ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JUILLET 1920.

PRÉSIDENCE DE M. Henri DESLANDRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE ET ASTRONOMIE. — *Résistance d'un fluide à la translation horizontale d'un corps fuselé, ou sphérique, en immersion profonde.* Note de M. F.-E. Fournier.

1. Supposons qu'un corps fuselé, de surface Σ, et de sections transversales circulaires, par exemple, se transporte horizontalement, suivant son axe de figure, avec une vitesse V, dans un fluide, en *immersion profonde*, c'est-à-dire l'enveloppant, en tous sens, sur une étendue assez grande pour acquérir la propriété d'équilibrer, par ses réactions extérieures, toutes les impulsions translatoires que le mobile débite en s'y frayant passage, *par ses rugosités frottantes superficielles* et *par les poussées dénivellatrices de ses reliefs latéraux*.

2. La somme totale, R_1, de ces impulsions translatoires est alors employée, sous les réactions extérieures du milieu, à équilibrer les résistances passives de la *viscosité* du fluide, s'y multipliant par remous tourbillonnaires et entre-choquements moléculaires, dans l'ensemble du cycle récupérateur de ses déplacements relatifs. Celles de ces réactions qui s'exercent ainsi *verticalement* y mettent obstacle à *toute dénivellation;* et les autres y assurent : d'une part, le *débit rétrograde*, dans l'espace libre environnant la surface Σ, de *la portion du fluide refoulée par sa proue;* et, d'autre part, son *replacement*, *en poupe fluide*, à l'arrière de cette surface.

Mais, ce mode de récupération sous les réactions extérieures du milieu, perpendiculaires à la direction de la translation, entretient, par les entre-

choquements moléculaires en résultant, *des oscillations transversales* d'une *intensité proportionnelle au carré de la vitesse* translatoire V et, dans une mesure d'autant plus considérable, à valeurs égales de V, que la convexité de la surface, Σ, est plus grande et que la viscosité des molécules oscillantes entrave moins leurs réactions élastiques.

3. La suppression de cette viscosité dans le milieu où se transporte ainsi un corps fuselé ou sphérique, en immersion profonde, aurait, on le voit, pour conséquences d'y mettre fin, du même coup : à ses *dénivellations*, à son entraînement *en proue et en poupe fluides*, à ses *remous tourbillonnaires* ainsi qu'à la *résistance totale* R_1 qu'il oppose à la translation, de vitesse V, de ce mobile ; tandis qu'elle y *élèverait, au contraire, à son maximum absolu, dans le cas d'un corps sphérique, l'intensité, proportionnelle* à V^2, du *régime oscillatoire transversal*, entretenu dans le champ de récupération du fluide par les réactions du milieu, perpendiculaires à la direction de cette vitesse translatoire V.

4. Si donc les astres ne rencontrent aucune résistance à leur translation, c'est qu'elle a lieu : soit dans un vide absolu; soit dans un fluide, l'*éther, sans viscosité* et d'une *élasticité parfaite*, nécessaire pour assurer sa récupération intégrale derrière chacun de ces astres, sous les seules réactions extérieures du milieu, perpendiculaires à la direction de sa vitesse translatoire V, y entretenant *un champ d'oscillations transversales, d'une intensité proportionnelle à* V^2.

Or, la Terre, par exemple, y gravitant autour du Soleil, avec une vitesse, G, variable suivant les lois de la Mécanique céleste, passe, chaque année, par deux positions relatives où sa *vitesse translatoire* V est *parallèle* à la projection V_s, sur le plan de l'écliptique, de celle de cet astre : *De mêmes sens*, dans l'une, où $V' = V_s + G'$; et de *sens opposés*, dans l'autre, où $V'' = V_s - G''$, de façon que la récupération de l'éther derrière notre globe terrestre y entretient un champ d'oscillations transversales d'une intensité proportionnelle à $V'^2 = (V_s + G')^2$ dans le premier cas, et à $V''^2 = (V_s - G'')^2$, dans le deuxième cas.

5. Dans ces conditions, si l'observation révélait que les oscillations transversales de l'éther, se renouvelant sans cesse entre ces deux limites sur la face arrière de la Terre, y *troublent manifestement la transmission des ondes de la télégraphie sans fil la contournant*, à l'époque de chaque révolution diurne, où ses ondes sont émises dans le champ de ces oscillations pertur-

batrices, ne pourrait-on en tirer : *une preuve expérimentale de l'existence de l'éther* dans les espaces planétaires, ainsi que la confirmation de son mode de récupération oscillatoire en arrière des globes célestes, et déduire enfin, des mêmes observations, des évaluations approchées, nouvelles, de la *direction* et de la *grandeur* de la vitesse de translation, V_s, de notre système solaire?

6. Quoi qu'il en soit, pour en revenir au but principal de cette Note, le fait, ressortant des considérations précédentes, que la *suppression de la viscosité* dans un fluide peut, *seule*, *annuler la résistance* R_1 qu'il oppose à la translation horizontale d'un corps fuselé suivant son axe de figure, en immersion profonde, implique que le coefficient caractéristique η de cette viscosité, dont les valeurs numériques sont, par exemple, à la température moyenne de 15°, $\eta = 0{,}011\,503$, pour l'eau, et $\eta = 0{,}000\,1783$, pour l'air, doit figurer, *en principe*, *en facteur commun*, dans toute expression générale de R_1, à une puissance, à déterminer expérimentalement.

J'ai utilisé, pour cette détermination, les observations, *dans l'air*, de M. Fuhrmann, à Göttingen, et de M. G. Eiffel, à Auteuil, avec celles, *dans l'eau*, de M. le capitaine Costanzi, à Rome, et, en représentant par L la longueur de la surface Σ d'un corps fuselé dont la section droite circulaire $B = \frac{\pi l^2}{4}$, de largeur principale l, est à la distance δ de l'extrémité de la proue, où l'inclinaison du profil vertical de cette surface Σ, sur l'axe de figure, atteint son maximum I, j'ai trouvé en effet que l'expression générale et complète de R_1 est

$$(1) \qquad R_1 = \frac{\varpi}{2g} f \Sigma V^2 \left[\frac{\eta^{0,0884}}{0{,}035\,64}\right]^{\left(\frac{l}{L}\sin I\right)^4} \left[\frac{2{,}23\left(\frac{l}{L}\right)^{0,06} + \omega_1\left(\frac{V^2}{l}\right)}{1 + \omega_1\left(\frac{V^2}{l}\right)}\right]^{1-\left(\frac{l}{L}\sin I\right)^4}$$

avec : la constante des frottements $f = 0{,}003\,06$; le poids du mètre cube du fluide, ϖ, et une constante de forme

$$(2) \qquad \omega_1 = 0{,}4439\left[\frac{\delta}{L}\left(\frac{2}{3} - \frac{\delta}{L}\right)\sin\pi\left(\frac{l}{L}\right)^{0,4} - 0{,}092\,68\right],$$

dont le *maximum* est atteint pour $\frac{\delta}{L} = \frac{1}{3}$ et $\frac{l}{L} = \frac{1}{6}$.

7. Mais sur les corps fuselés où I et $\frac{l}{L}$ ne dépassent guère 45° et $\frac{1}{6}$, l'expression (1) se réduit à une forme approchée à plus de $\left(\frac{1}{1000}\right)$ et plus

simple, (3) d'où disparaît η :

(3) $$R_1 = \frac{\varpi}{2g} f \Sigma V^2 \left[\frac{2,23\left(\frac{l}{L}\right)^{0,06} + \omega_1\left(\frac{V^2}{l}\right)}{1 + \omega_1\left(\frac{V^2}{l}\right)} \right].$$

8. Enfin, dans le cas limite où la surface Σ revêt la *forme sphérique*, l'expression de R_1 redevient complète sous le type

(4) $$R_1 = \frac{\varpi}{2g} f \Sigma V^2 \left(\frac{\eta^{0,0884}}{0,03564} \right),$$

inédit comme les précédents, quand le régime est devenu permanent, et, au moins jusqu'à la vitesse de 40^{m} à la seconde qu'elle n'a pas dépassée dans les expériences.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Bromhydrines et dérivés bibromés obtenus en partant des alcoylallylacétophénones*

$C^6H^5 - CO - CH(R) - CH^2 - CH = CH^2$ et $C^6H^5CO - C(R)(R_1) - CH^2 - CH = CH^2$.

Note de M. A. **Haller** et Mme **Ramart-Lucas**.

Le caractère non saturé des allylacétophénones préparées par l'un de nous, et le regretté Ed. Bauer [1], nous a conduits à essayer l'action du brome sur ces cétones mixtes arborescentes.

Nous avons opéré, dans cette étude, sur les composés suivants, dans lesquels la liaison éthylénique se trouve en position γ vis-à-vis de la fonction cétonique :

Diméthylallylacétophénone,

$$C^6H^5 - CO - C(CH^3)(CH^3) - CH^2 - CH = CH^2;$$

Diéthylallylacétophénone,

$$C^6H^5 - CO - C(C^2H^5)(C^2H^5) - CH^2 - CH = CH^2;$$

---

(1) A. Haller et Ed. Bauer, *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 825.

Méthylbenzylallylacétophénone,

$$C^6H^5-CO-C\begin{cases}CH^3\\CH^2-CH=CH^2;\\CH^2C^6H^5\end{cases}$$

Méthylallylacétophénone,

$$C^6H^5-COCH\begin{cases}CH^3\\CH^2-CH=CH^2.\end{cases}$$

Remarquons encore que si les trois premières cétones peuvent être considérées comme des trialcoylacétophénones, la quatrième n'est qu'une dialcoylacétophénone. Comme on le verra dans la suite, cette différence de constitution influe sur la stabilité du dérivé bromé qui prend naissance dans l'action directe de l'halogène sur la cétone.

Préparation des dérivés bromés. — Cette préparation a été effectuée en ajoutant à une solution de la cétone dans le chloroforme la quantité de brome théorique, sous la forme d'une liqueur normale de l'halogène dans le chloroforme. On peut aussi faire l'opération avec une solution chloroformique quelconque de brome et arrêter l'addition quand la liqueur ne se décolore plus. D'une façon générale, la réaction se fait à froid avec échauffement de la liqueur, mais dans le cas de la méthylallylacétophénone il faut chauffer légèrement au bain-marie pour favoriser l'addition.

Les liqueurs ainsi obtenues, abandonnées à elles-mêmes, ne tardent pas à dégager de l'acide bromhydrique et à laisser déposer, peu à peu, des cristaux plus ou moins colorés et imprégnés de liquides visqueux qu'on sépare en étalant la matière sur des assiettes poreuses. Le produit est finalement mis à cristalliser dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole.

A part le composé obtenu avec la méthylallylacétophone, tous les dérivés sont constitués par des bromhydrines engendrées par l'action de l'humidité de l'air sur les bibromures qui se forment passagèrement.

$$C^6H^5.CO.C\begin{cases}R\\CH^2-CHBr-CH^2Br+H^2O\\R_1\end{cases}$$

$$=C^6H^5.CO.C\begin{cases}R\\CH^2-CHOH.CH^2Br\ (I)\\R_1\end{cases}$$

ou

$$C^6H^5CO.C\begin{cases}R\\CH^2-CH^2Br.CH^2OH\ (II).\\R'\end{cases}$$

Nous optons pour la formule (I) en raison de la facilité avec laquelle les bromures secondaires sont hydrolysés et aussi par analogie, d'une part, avec les faits observés par Hœring [1] dans son étude sur l'anéthol et l'isosafrol et, d'autre part, avec ceux publiés par Barker et Iowet [2] sur l'action de l'acétone aqueuse sur les 3.4-méthylènedioxyphényl-1, α-β-dibromo-éthane et 3.4-diméthoxyphényl-1.α-β-dibromoéthane, qui sont respectivement transformés en leurs bromhydrines,

$$CH^2\begin{smallmatrix}\diagup O \diagdown \\ \diagdown O \diagup\end{smallmatrix}C^6H^3-CHOH-CH^2Br \quad \text{et} \quad \begin{smallmatrix}CH^3O \diagdown \\ CH^3O \diagup\end{smallmatrix}C^6H^3-CHOH.CH^2Br,$$

bromhydrines qui ont servi aux savants anglais à faire la synthèse des éthers méthylénique et méthylique de l'adrénaline.

Bromhydrine obtenu avec la diméthylallylacétophénone-2-benzoyl-2-méthyl, 5-bromo-4-pentanol $C^6H^5CO.C\begin{smallmatrix}\diagup CH^3 \\ -CH^2.CHOH.CH^2Br \\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}$. — Obtenu d'abord par la méthode générale signalée plus haut, nous avons encore préparé ce composé en ajoutant peu à peu de l'allyldiméthylacétophénone, dissoute dans de l'acétone, à une solution aqueuse de la même cétone et de brome. Dans ces conditions, il se forme instantanément de la bromhydrine se séparant du liquide, sous la forme d'une masse blanche et solide qu'il suffit de recueillir sur un entonnoir à essorer et de faire cristalliser ensuite dans un mélange d'éther et de pétrole. Ce procédé a l'inconvénient de fournir de l'acétone bromée, à odeur piquante, qu'il est facile de séparer. Les cristaux retiennent en outre de petites quantités de cétone non saturée qu'on retrouve dans les liquides mères.

Le dérivé bromé se présente sous la forme de beaux cristaux blancs, très solubles dans la plupart des solvants organiques, et fondant nettement à 106°. Si l'on chauffe le produit au-dessus de 106°, il s'étale sur le mercure, en même temps qu'il se forme une pellicule opaque qui se décompose peu à peu tout en se volatilisant. Avec l'alcool éthylique, il se forme une combinaison cristallisée fondant vers 54° sur laquelle nous reviendrons dans la suite.

---

(1) Hœring, *D. ch. Ges.*, t. 38, 1905, p. 2296.
(2) Barker et Iowet, *Chem. Soc.*, t. 87, 1905, p. 967.

Bromhydrine de l'allyldiéthylacétophénone-3-benzoyl-3-éthyl-6-bromo-5-hexanol $C^6H^5.CO.C\begin{smallmatrix}C^2H^5 \\ CH^2-CHOH.CH^2Br \\ C^2H^5\end{smallmatrix}$. — Préparé au sein du chloroforme, ce composé ne prend naissance que très lentement. Ce n'est qu'au bout de quelques mois que nous avons obtenu une masse noire que nous avons purifiée, d'abord au moyen de la porcelaine poreuse, puis par de nombreuses cristallisations dans le mélange éther et éther de pétrole. On obtient finalement des aiguilles blanches, molles et fondant peu nettement entre 84° et 88°. Exposé à la lumière, ce produit jaunit rapidement en se ramollissant.

Un dosage de brome a fourni 24,94 de brome au lieu de 25,55 qu'exige la théorie.

Bromhydrine de l'allylméthylbenzylacétophénone-2-benzoyl-2-benzyl-5-bromopentanol-4 $C^6H^5CO.C\begin{smallmatrix}CH^2C^6H^5 \\ CH^2.CHOH.CH^2Br \\ CH^3\end{smallmatrix}$. — Préparé au sein du chloroforme, ce composé a mis quelque temps à se former. Sa purification s'est effectuée comme celle du dérivé diéthylé.

Il se présente sous la forme de cristaux durs et blancs fondant nettement à 125°-126°, et est soluble dans la plupart des solvants organiques.

Bibromure de l'allylméthylacétophénone-2-benzoyl-2-méthyl-4.5-dibromo-pentane $C^6H^5.CO.C\begin{smallmatrix}CH^3 \\ CH^2-CHBr.CH^2Br\end{smallmatrix}$. — Préparé dans les mêmes conditions que les bromhydrines, en ayant soin de chauffer légèrement la solution chloroformique, ce dérivé se dépose, après évaporation du solvant, sous la forme de cristaux grenus, durs, bruns et souillés d'un liquide de même couleur. Après purification, on obtient des petits cristaux blancs fondant vers 128° en crépitant. Si l'on chauffe davantage, le liquide fondu s'étale sur la surface du bain de mercure, devient subitement opaque pour, finalement, se décomposer en un liquide brun qui disparaît à une plus haute température.

Peu soluble dans l'éther de pétrole, ce composé se dissout facilement dans l'éther et dans le benzène.

L'analyse élémentaire, ainsi que le dosage du brome, permettent de considérer le corps comme un dérivé dibromé. Il en est de même de la détermination du poids moléculaire par cryoscopie. Faite au sein du benzène,

cette détermination a conduit au P. M. = 344, alors que la formule $C^{12}H^{14}Br^2O = 334$.

En résumé, tandis que les allyldialcoylacétophénones du type

$$C^6H^5.CO.C\begin{matrix}\diagup R \\ - \\ \diagdown R_1\end{matrix}CH^2.CH = CH^2$$

fournissent, avec du brome, des bromhydrines, la méthylallylacétophénone donne, dans les mêmes conditions expérimentales, un dérivé dibromé stable, répondant à la formule

$$C^6H^5.CO.\overset{CH^3}{\overset{\diagup}{C}}HCH^2.CHBr - CH^2Br.$$

Nous poursuivons l'étude de ces composés et de leurs analogues.

MÉDECINE. — *L'épreuve de l'hémoclasie digestive dans l'étude de l'insuffisance hépatique.* Note de MM. **F. Widal**, **P. Abrami** et **N. Iancovesco**.

Par une série de recherches expérimentales, exposées dans une Note précédente [1], nous avons montré que pendant les premières heures qui suivent l'absorption d'un repas azoté, des substances protéiques incomplètement désintégrées pénètrent de l'intestin dans la veine porte, et que le foie exerce, à l'état normal, sur ces subtances, une action d'arrêt manifeste.

Les recherches cliniques dont nous résumons aujourd'hui les résultats généraux montrent que l'étude de ce pouvoir protéopexique du foie fournit un moyen d'une extrême sensibilité, pour dépister l'insuffisance fonctionnelle de cet organe. Lorsque le foie est altéré, il devient incapable de s'opposer au passage dans la circulation générale des protéides insuffisamment désintégrés, et ce passage se traduit immédiatement par une crise hémoclasique. La recherche de cette crise, après un repas d'épreuve azoté, constitue donc un procédé d'exploration très simple, et en même temps très rigoureux, de l'insuffisance hépatique.

Voici comment nous avons réglé, pour le moment, la *technique de cette épreuve de l'hémoclasie digestive*. Le sujet à examiner est à jeun depuis la veille au soir. Ce détail est des plus importants; car, si l'absorption d'eau

(1) F. Widal, P. Abrami et N. Iancovesco, *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 74.

ou de tisanes dans les heures qui précèdent ne prête pas à causes d'erreur; par contre, l'ingestion d'une quantité même minime d'un aliment azoté peut suffire, ainsi que nous le verrons, à fausser les résultats de l'expérience. Après avoir établi son équilibre vasculo-sanguin, on fait absorber au sujet l'aliment d'épreuve, et l'on poursuit l'examen du sang de 20 en 20 minutes, pour rechercher la crise hémoclasique. Dans la plupart des épreuves systématiques que nous avons entreprises, nous avons tenu compte de tous les éléments étudiés en pareil cas : leucocytose, formule leucocytaire, pression artérielle, coagulabilité sanguine, indice réfractométrique du sérum, et nous avons poursuivi ces recherches pendant les trois heures qui suivent le repas. Dans la pratique, les résultats utiles au diagnostic sont acquis en 1 heure 30 minutes au maximum et l'on peut se contenter d'enregistrer les variations de la leucocytose : la leucopénie caractéristique de la crise hémoclasique est suffisamment nette pour ne laisser place à aucun doute.

Quant à la composition du repas d'épreuve, elle est des plus simples : un verre de 200^g de lait, correspondant à une dose de 8^g à peine d'albumine. A la suite d'essais comparatifs nombreux, effectués avec la viande, les œufs et divers autres aliments, nous avons fixé notre choix sur le lait, aliment toujours facilement accepté des malades, et dont la dose de 200^g dépasse largement, nous allons le voir, la quantité nécessaire à mettre en évidence l'insuffisance protéopexique du foie.

D'autre part, nous nous sommes assurés que, dans le lait, ce sont bien les substances azotées qui déterminent l'hémoclasie digestive; car, chez des sujets qui présentaient après l'ingestion de ce liquide la crise hémoclasique caractéristique, ni l'absorption des hydrates de carbone (150^g de sirop de sucre), ni celle de graisse (30^g de beurre essoré), n'ont produit la moindre altération de l'équilibre hématique. Par contre, après absorption de 7^g,50 de caséine sèche, dose correspondant à celle contenue dans 200^g de lait, on obtient une réaction très intense et particulièrement précoce.

Avant d'exposer les résultats fournis chez les hépatiques par cette épreuve de l'hémoclasie digestive, disons tout de suite qu'elle se montre négative, non seulement chez les individus *normaux*, mais dans les *états pathologiques où le fonctionnement du foie reste suffisant*. Chez 11 sujets normaux, soumis à l'absorption soit de 150^g de viande et 2 œufs, soit de 200^g à 400^g de lait, soit d'un repas ordinaire varié, les modifications de l'équilibre vasculo-sanguin ont toujours été inverses de celles qui caractérisent la crise hémoclasique ; la digestion provoque de la leucocytose, une élévation légère de la pression et une augmentation de l'indice réfractomé-

trique du sérum. La notion de la leucocytose digestive, depuis longtemps classique, suffisait d'ailleurs à faire prévoir ces résultats.

Il en est de même chez les individus atteints des maladies les plus diverses, aiguës ou chroniques, dans lesquelles toute détermination hépatique fait défaut : *tuberculose pulmonaire* (6 cas); *néphrites chroniques* à forme chlorurémique (3 cas), hypertensive (2 cas); *thyroïdite* (1 cas); *syringomyélie* (1 cas); *tabès* (2 cas); *encéphalite léthargique* (1 cas); *polyomyélite* (1 cas); *hémiplégie syphilitique* (1 cas); *hémoglobinurie paroxystique* (1 cas). Tous ces malades, chez lesquels il n'y avait pas à soupçonner de lésion hépatique, ont réagi à l'épreuve de l'hémoclasie digestive absolument comme des sujets normaux.

Il était particulièrement important d'effectuer la même recherche de contrôle chez des malades atteints *d'affections du tube digestif*. On aurait pu supposer en effet que, chez eux, l'insuffisante élaboration des aliments azotés, au cours de la digestion gastrique ou intestinale, pouvait permettre un passage plus facile, au travers de la muqueuse digestive, d'albumines incomplètement désintégrées, et provoquer de la sorte une crise hémoclasique, en forçant la limite de tolérance du foie. Il n'en est rien. Trois sujets atteints d'entéro-colite chronique avec hypochlorhydrie et évacuation gastrique très rapide; un autre, atteint d'entérite tuberculeuse avec diarrhée profuse, deux malades en pleine évolution de dysenterie amibienne sans localisation hépatique se sont comportés, après absorption du repas d'épreuve, comme des sujets normaux. Il en a été de même chez deux sujets atteints d'anémie pernicieuse avec anachlohydrie et apepsie presque absolues et chez une femme présentant, au contraire, une hyperpepsie très intense avec hyperchlorhydrie.

Enfin, mêmes constatations négatives ont été faites dans un cas d'*ictère hémolytique acquis*, montrant que, dans cette maladie, la fonction protéopexique n'est pas plus altérée que ne le sont, ainsi que nous l'avons soutenu jadis, les autres fonctions du foie.

Il en va tout autrement dès que l'insuffisance hépatique est en cause. Nous rapporterons tout d'abord les résultats observés chez des sujets atteints de *maladies hépatiques avérées*, dont les altérations fonctionnelles sont évidentes, à la fois par l'examen clinique et par l'exploration chimique (recherche des pigments biliaires, de l'urobiline, de la réaction de Hay, du rapport azotémique).

Nous avons pris comme sujets d'étude : des cirrhotiques, des cancéreux hépatiques, des ictériques, des sujets atteints de foies cardiaques.

Un cas de cirrhose atrophique du type Laënnec, trois cas de cirrhose hypertrophique mixte, alcoolo-syphilitique avec ictère, une cirrhose hypertrophique graisseuse tuberculeuse, une cirrhose alcoolique hypertrophique chez un diabétique; enfin une cirrhose pigmentaire diabétique chez un paludéen, au total, sept cas de *cirrhoses hépatiques* ont été soumis à l'épreuve de l'hémoclasie digestive. Nous avons examiné en outre deux cas de *cancers du foie* étendus, l'un concernant un cancer nodulaire, l'autre un sarcome diffus; de même nous avons soumis à l'épreuve trois cas d'ictère catarrhal, un ictère aigu spirochétosique, deux ictères chroniques, l'un consécutif à un cancer du pylore avec sténose incomplète, l'autre, de cause indéterminée; deux cas d'ictère toxique par néosalvarsan; enfin quatre cas de *foie cardiaque;* en tout, par conséquent, vingt et un cas d'affections hépatiques certaines.

Chez tous ces malades, à l'exception d'un seul, sur le cas duquel nous allons revenir, l'épreuve de l'hémoclasie digestive, répétée à plusieurs reprises, a fourni des résultats d'une netteté remarquable. Dans les deux heures qui suivent l'absorption des 200^{g} de lait, on assiste à l'évolution d'une crise hémoclasique intense. Le taux des globules blancs, après s'être quelque temps maintenu à son chiffre initial, s'abaisse dans des proportions progressivement variables, jusqu'à atteindre les trois quarts, la moitié, parfois le tiers, ou même le quart de ce chiffre; en même temps, on voit se constituer l'inversion de la formule leucocytaire; la pression artérielle tombe de 2^{cm}, 3^{cm}, quelquefois davantage; le sang devient plus rapidement coagulable; enfin l'indice réfractométrique du sérum subit une baisse notable. Après 1 heure, 1 heure et demie en moyenne, tous les chiffres précédents accusent une correction en sens inverse; une phase de leucocytose avec hypertension légère succède à la crise hémoclasique.

Dans la presque totalité des cas, tous les éléments qui constituent cette crise suivent des évolutions parallèles et synchrones. Parfois cependant, on peut assister à des crises dissociées, dans lesquelles la leucopénie ne s'accompagne pas d'hypotension artérielle ni de modifications nettes de la coagulabilité sanguine; parfois également, la crise, au lieu d'évoluer en une courbe continue, s'effectue par échelons, et l'on voit se produire une série d'alternatives de diminution, puis d'augmentation du taux des globules blancs. Ces éventualités restent exceptionnelles; nous ne les avons notées que quatre fois, chez des sujets à qui nous avions fait prendre des doses minimes d'aliments azotés.

La crise d'hémoclasie digestive débute rapidement : c'est en général au

bout de 20 à 40 minutes, une heure tout au plus après le repas d'épreuve qu'elle devient évidente. Cette constatation est importante; elle vient à l'appui des expériences que nous avons relatées dans notre précédente Note, pour montrer que c'est pendant le stade initial de la digestion que des protéides incomplètement élaborés franchissent la muqueuse intestinale.

Le fait de voir, chez nos malades, l'hémoclasie succéder à l'absorption de 200^g de lait, c'est-à-dire de 8^g environ d'albumine, suffirait à prouver que les substances qui traversent le foie et déclanchent la crise vasculo-sanguine sont bien des produits protéiques de désintégration incomplète, et non des acides aminés. Ceux-ci, comme l'a montré Nolf, ne provoquent cette crise qu'à doses très élevées, supérieures à 0^g,50 par kilogramme. Bien plus, des expériences comparatives que nous avons entreprises, en vue d'apprécier le degré de l'insuffisance protéopexique du foie chez nos malades, nous ont montré qu'avec des doses d'albumine ingérée bien plus faibles encore, on peut néanmoins provoquer la crise d'hémoclasie digestive. Si tous nos malades ont réagi à l'absorption de 200^g de lait, chez cinq d'entre eux il a suffi de 100^g et, chez deux autres, de 50^g, pour déterminer la crise. Un sujet, atteint d'ictère catarrhal prolongé, présentait encore cette crise, après ingestion de 15^g de lait. Il y a, à cet égard, entre les divers malades, et suivant les périodes de l'affection, des différences qu'il est intéressant de souligner, dans le degré de l'insuffisance protéopexique du foie.

Une autre constatation vient également à l'encontre de l'hypothèse que la crise d'hémoclasie digestive pourrait être produite par les acides aminés, c'est que cette crise donne lieu à une « immunité temporaire » évidente, absolument comme pour les albumoses et les peptones, et contrairement à ce qui s'observe avec les acides aminés. Si, après avoir fait prendre à une de nos malades le repas de 200^g de lait qui provoque l'hémoclasie, on lui administre un repas identique dans les heures qui suivent, on constate que la première prise de lait a produit un état d'immunité qui persiste pendant 3 heures environ; effectuée 1 heure, 1 heure et demie et 2 heures après le premier repas, une ingestion nouvelle d'albumine ne provoque plus de crise hémoclasique; après 3 heures, l'immunité est presque nulle; au delà, la crise se répète une nouvelle fois. Indépendamment de son intérêt théorique, un fait pareil présente une importance pratique qui mérite d'être mis en évidence. Chez une femme atteinte de cirrhose hypertrophique avec ictère, l'épreuve de l'hémoclasie digestive, effectuée une première fois, se montre, à notre étonnement, très atténuée. Or, en interrogeant cette malade, nous avons appris que, dans les heures précédentes, elle avait,

malgré nos recommandations, absorbé un peu de lait. Depuis lors, l'épreuve effectuée chez elle à jeun, à plusieurs reprises, s'est toujours montrée très fortement positive. On comprend la nécessité, sur laquelle nous avons insisté plus haut, d'exiger des malades une abstinence azotée complète, avant l'épreuve de l'hémoclasie digestive.

Il était intéressant de reprendre à cet égard les essais de préservation contre certains accidents de choc anaphylactique d'origine digestive, à l'aide de l'ingestion de petites doses de peptone, méthode dont on doit la connaissance aux travaux de MM. Pagniez et Pasteur Vallery-Radot. Nous avons donc recherché si, chez les hépatiques qui présentent le phénomène de l'hémoclasie digestive, après ingestion de 200^g de lait, l'absorption d'un cachet de peptone, de 0^g,50, une heure auparavant, ne créerait pas également l'état d'immunité temporaire, et ne mettrait pas ces sujets à l'abri de la crise hémoclasique. Le résultat de l'expérience s'est montré décisif; la petite quantité de peptone ainsi administrée a suffi à empêcher la crise. Cette immunité, qui est complète lorsque la peptone est ingérée 1 heure ou 1 heure et demie avant le repas d'épreuve, est déjà moins parfaite au bout de 2 heures; elle disparaît au bout de 3 heures.

Recherchée systématiquement chez tous les hépatiques avérés qu'il nous a été donné d'observer, l'épreuve de l'hémoclasie n'a fourni de résultat négatif qu'une seule fois. Il s'agissait d'un cas de cirrhose pigmentaire, chez un diabétique paludéen; l'hémoclasie, recherchée une première fois après ingestion de 200^g de lait, une seconde fois après absorption de 150^g de viande et deux œufs, a fait défaut. Ces deux expériences ont été, il est vrai, effectuées peu de jours avant la mort, et l'on peut se demander si leur caractère négatif ne tient pas soit au défaut d'absorption des aliments ingérés par un tube digestif en état de collapsus, soit à un état d'hyperhépatie, qui a été invoqué, on le sait, dans ces formes spéciales de diabète pigmentaire.

Les résultats si précis fournis par l'épreuve de l'hémoclasie digestive chez les sujets atteints d'affections évidentes du foie nous ont engagés à effectuer les mêmes recherches chez des malades dont l'atteinte hépatique ne se révélait que par des signes urologiques frustes (légère urobilinurie, réaction de Hay), ou, en l'absence même de tout symptôme, restait seulement probable. Nous avons pu nous convaincre, de la sorte, que cette épreuve est même parfois capable de déceler l'insuffisance hépatique, alors que les autres épreuves classiques peuvent se montrer négatives. Grâce à sa sensibilité extrême, elle permet de dépister en clinique des tares hépatiques latentes, qui, sans ce procédé d'exploration, passeraient inaperçues. Nous reviendrons en détail sur ces faits dans une prochaine Note.

THERMODYNAMIQUE. — *Détermination de la dernière des trois fonctions qui définissent l'équation d'état de l'éther.* Note [1] de M. E. Ariès.

Ayant déterminé dans notre dernière Communication [2] les fonctions x et Φ, c'est-à-dire deux des trois fonctions de la température qui définissent l'équation d'état de l'éther, il nous restait à déterminer la fonction a qui rentre dans les formules

$$(1) \qquad v_1 = \frac{RT_c}{8P_c}\frac{x}{\Phi}(a + y_1),$$

$$(2) \qquad v_2 = \frac{RT_c}{8P_c}\frac{x}{\Phi}(a + y_2).$$

x et Φ étant des fonctions connues, ces formules donnent, pour chaque température, les volumes moléculaires de l'éther dans ses deux états de saturation, à la condition de connaître la fonction a. Réciproquement, à toute température pour laquelle v_1 ou v_2 est donné par l'expérience, correspond la valeur de a que l'on tire de l'une de ces deux formules. On peut donc avec les données de M. Sydney Young, pour l'état liquide, par exemple, calculer les valeurs numériques de a de 10° en 10°, et chercher ensuite une forme qui représente convenablement cette fonction.

La forme

$$(3) \qquad a = a_c + \frac{(1-\tau)^2}{10^\Theta}$$

nous a paru la plus simple répondant à ce but, Θ étant un polynome du troisième degré en τ :

$$(4) \qquad \Theta = \frac{1}{0,0073688}(A + B\tau + C\tau^2 + D\tau^3).$$

La valeur a_c de la fonction a à la température critique s'obtient en faisant $\tau = 1$ dans l'une des formules (1) ou (2). On a alors $x = \Phi = 1$, $y_1 = y_2 = 2$, ce qui donne

$$v_c = \frac{RT_c}{8T_c}(a_c + 2),$$

d'où l'on tire, d'après les valeurs des éléments critiques,

$$a_c = 0,09809.$$

(1) Séance du 12 juillet 1920.

(2) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 871.

Des valeurs que prend la fonction, et, par suite, le polynome Θ aux températures 20°, 70°, 120° et 170°, on déduit :

$$A = 0,19260, \quad B = 0,69943, \quad C = 0,86586, \quad D = 0,37802.$$

Tous les éléments des formules (1) et (2) étant entièrement connus, on en déduit les volumes moléculaires v_1 et v_2 occupés par l'éther à toute température. Les résultats obtenus par ce calcul sont consignés dans le Tableau suivant. On y voit que les valeurs calculées de v_1 et de v_2 s'accordent avec les données de M. Sydney Young autant qu'il était permis de l'espérer dans une première étude de l'éther.

Éther.

($T_c = 466,9$, $P_c = 2706^{cm}$, $v_c = 0,28240$, $\omega = 74,08$, $R = 0,0821$.)

	Volumes moléculaires du fluide saturé (en litres).			
	État de vapeur (v_1).		État liquide (v_2).	
	Form. (1).	S. Young.	Form. (2).	S. Young.
0°	90,8834	89,5627	0,10442	0,10062
10	59,0275	58,5972	0,10413	0,10221
20	39,7199	39,6106	0,10385	0,10385
30	27,6983	27,6763	0,10516	0,10454
40	19,8248	19,8535	0,10712	0,10745
50	14,7015	14,5862	0,10933	0,10952
60	10,8528	10,9416	0,11128	0,11127
70	8,27322	8,20437	0,11342	0,11342
80	6,40005	6,41533	0,11595	0,11571
90	4,98567	5,01522	0,11847	0,11853
100	3,97044	3,96698	0,12134	0,12134
110	3,17152	3,15388	0,12472	0,12475
120	2,54943	2,52503	0,12853	0,12853
130	2,05844	2,03645	0,13364	0,13275
140	1,66440	1,65050	0,13920	0,13757
150	1,34192	1,33425	0,14542	0,14305
160	1,06781	1,07194	0,15219	0,14972
170	0,83911	0,84822	0,15900	0,15905
180	0,63346	0,65302	0,17492	0,17357
190	0,41534	0,45722	0,20364	0,20224

Les fonctions x, Φ et a définissent complètement les trois fonctions φ, α et β qui rentrent dans l'équation d'état

$$p = \frac{RT}{v - \alpha} - \frac{\varphi}{(v + \beta)^2},$$

en vertu des relations suivantes :

$$\varphi = \varphi_c \frac{\tau}{\Phi}, \qquad \gamma = \alpha + \beta = \gamma_2 \frac{x}{\Phi}, \qquad \alpha = \gamma a = \gamma_c \frac{x}{\Phi} a, \qquad \beta = \gamma_c \frac{x}{\Phi}(1 - a),$$

$$\varphi_c = \frac{27}{64} \frac{R^2 T_c^2}{P_c}, \qquad \gamma_c = \frac{RT_c}{8 P_c}.$$

On a, d'ailleurs, pour l'éther :

$$\gamma_c = 0{,}1346, \qquad \alpha_c = \gamma_c a_c = 0{,}0132, \qquad \beta_c = \gamma_c(1 - a_c) = 0{,}1214.$$

On voit, par cet exemple, combien il était nécessaire de modifier l'équation de Van der Waals, comme l'a fait Clausius, en introduisant au dénominateur du second terme le covolume β, lequel varie d'ailleurs avec la température comme le covolume α, et devient, pour l'éther, à la température critique, neuf fois plus grand que le covolume α de Van der Waals.

NOMINATIONS.

M. **Bergonié** est désigné pour représenter, le 25 juillet, l'Académie à l'inauguration du monument élevé, au Castéra-Verduzan, à la mémoire de M. *Lannelongue*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° E. Coquidé, *Amélioration des plantes cultivées et du bétail.* (Présenté par M. Viala.)

2° *Les maîtres de la pensée scientifique :* Lazare Spallanzani, *Observations et expériences faites sur les animalcules des infusions;* — Antoine-Laurent Lavoisier, *Mémoires sur la respiration et la transpiration des animaux.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions automorphes.* Note de M. G. **Fubini**.

Dans ses belles *Leçons sur les fonctions automorphes*, M. Giraud parle de beaucoup de problèmes intéressants et en particulier des groupes qui, dans

la théorie des courbes de genre *deux*, jouent le rôle que le groupe modulaire joue pour les courbes de genre *un*, ou plus généralement des groupes provenant de la considération de formes quadratiques à $n+2$ variables, décomposables en n carrés d'un même signe et deux de l'autre signe.

Qu'il me soit permis de rappeler ma Note *Nuove ricerche sui gruppi discontinui* (*Rend. del Circ. Matem. di Palermo*, t. 21) et mon Livre : *Introduzione alla teoria dei gruppi discontinui e delle funzione automorfe* (Pisa, Spoerri, 1908).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le module et les zéros des fonctions analytiques.* Note de M. **Georges-J. Rémoundos**, présentée par M. Appell.

1. Cette Note fait la suite de ma Communication précédente (¹); je me propose de faire connaître ici d'autres résultats, qui n'avaient pas de place dans mes Notes antérieures : extensions aux fonctions multiformes de théorèmes importants et bien connus.

I. *Soient* $a_1, a_2, \ldots, a_\nu$ ν *nombres quelconques et d'autre part* 2ν *valeurs quelconques* $u_0, u_1, u_2, \ldots, u_{2\nu-1}$.

Toutes les fonctions $f(z)$ *qui prennent à l'origine* $z=0$ *les valeurs* $a_1, a_2, \ldots, a_\nu$ *et sont algébroïdes à* ν *branches finies dans un cercle* $|z| \leqq R$, *dans lequel elles ne prennent aucune des valeurs* $u_0, u_1, u_2, \ldots, u_{2\nu-1}$, *forment une famille bornée en module dans le cercle* $|z| \leqq \frac{R}{2}$ *et, par conséquent, forment une famille normale dans le même cercle de rayon* $\frac{R}{2}$. *Il en est de même dans le cercle* $|z| \leqq \theta R$, *où* $0 < \theta < 1$.

II. *Il en est de même des fonctions* $f(z)$ *qui prennent en* $z=0$ *des valeurs de module inférieur à un nombre fixe* γ, *pourvu que le nombre des valeurs exceptionnelles soit* 3ν, *au lieu de* 2ν (²).

III. *Soit* $f(z)$ *une fonction algébroïde à* ν *branches finies dans un domaine connexe* D, *dans lequel elle ne prend pas* 3ν *valeurs finies* $u_0, u_1,$

(¹) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 1557.

(²) Extension d'un théorème analogue sur les fonctions uniformes. Voir, par exemple, H. Bohr und E. Landau, *Ueber das Verhalten von* $\zeta(s)$ *und* $\zeta_k(s)$ *inder Nähe der Geraden* $\sigma=1$ (*Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenchaften zu Göttingen*, 1910, p. 309).

$u_2, \ldots, u_{2\nu-1}, u'_1, u'_2, \ldots, u'_\nu$. *Si les valeurs* $|f(z_0)|$ *en un point* z_0 *intérieur à* D *sont inférieures à un nombre* γ, *le* $|f(z)|$ *est, dans tout domaine* D, *intérieur à* D, *inférieur à une quantité ne dépendant que des valeurs exceptionnelles des domaines* D *et* D_1, *et de la position du point* z_0 *relativement au contour des domaines* D *et* D_1.

L'application de ce théorème à une couronne circulaire comprise entre les cercles $|z| = \frac{R}{2}$ et $|z| = 2R$ (par exemple) donne pour $|f(z)|$ une limite supérieure $\Omega(\nu, \gamma, u_0, u_1, \ldots, u_{2\nu-1}, u'_1, u'_2, \ldots, u'_\nu)$ ne dépendant ni du rayon R $\left[\text{dans une couronne intérieure comprise entre les } |z| = \frac{3R}{3}\right.$ et $\left.|z| = \frac{4R}{3} \text{ (par exemple)}.\right]$

IV. *Une fonction analytique* $u = f(z)$, *ayant un nombre fini* ν *de branches dans le voisinage d'un point singulier transcendant isolé* $z = \alpha$, *prend dans ce voisinage toutes les valeurs, sauf* 3ν *au plus, l'infini compris.* La grande importance de ce théorème est évidente : c'est l'extension aux fonctions multiformes du célèbre théorème de M. Picard, par lequel l'éminent géomètre a perfectionné le théorème classique de Weierstrass sur l'indétermination d'une fonction uniforme dans le voisinage d'un point singulier essentiel isolé. C'est là un résultat qui avait échappé aux méthodes par lesquelles, dans mes anciens travaux sur les fonctions multiformes, j'ai établi l'extension du théorème de M. Picard aux fonctions qui sont algébroïdes dans tout le plan [n'ayant que l'infini comme point singulier transcendant (¹)].

Je pense que la limite 3ν peut bien s'abaisser à 2ν, mais, jusqu'ici, je n'ai obtenu cet abaissement que dans des cas particuliers, que j'indiquerai dans mon Mémoire étendu; il y a là un petit défaut du résultat (²).

V. *Soit*

$$f_1(z), f_2(z), \ldots, f_n(z), \ldots \tag{1}$$

une suite de fonctions algébroïdes à ν *branches finies dans un domaine*

(¹) Voir, par exemple, G. Rémoundos, *Sur les zéros d'une classe de fonctions transcendantes* (*Thèse de doctorat*, Paris, 1905, et *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 2ᵉ série, t. 8).

(²) Nous pouvons, d'ailleurs, remplacer le nombre 3ν par $2\nu^2$ afin que notre théorème IV comprenne comme cas particulier celui de M. Picard ($\nu = 1$).

connexe D, *dans lequel elles ne prennent pas* 3ν *valeurs exceptionnelles. Si cette suite converge en une infinité de points ayant un, au moins, point de condensation situé à l'intérieur du domaine* D, *elle converge, dans tout domaine* D_1 *intérieur à* D, *vers* ν *branches-limites algébroïdes et finies dans* D_1.
C'est une extension d'un théorème de MM. Carathéodory et Landau sur les séries de fonctions holomorphes dans un domaine.

Je dois signaler le fait que la théorie des familles de fonctions analytiques de M. Montel m'a été très utile dans mes recherches en question [1].

GÉOMÉTRIE. — *Sur la représentation sphérique des surfaces et la correspondance par plans tangents parallèles.* Note de M. A. PETOT, présentée par M. Appell.

Quand les éléments F et f de Gauss sont nuls en tout point d'une surface, on sait qu'il en est de même pour la somme $S\left(\frac{\partial c}{\partial u}\frac{\partial c}{\partial v}\right)$, mais que la réciproque n'a pas toujours lieu nécessairement. Cela fait prévoir qu'il doit exister en général, entre ces trois éléments différentiels, une relation de la forme

$$S\left(\frac{\partial c}{\partial u}\frac{\partial c}{\partial v}\right) = F\Phi + f\Psi, \tag{1}$$

où Φ et Ψ sont deux expressions à déterminer.

Effectivement, en partant des formules (8) et (9) données par M. Darboux dans le paragraphe 698 de ses Leçons sur les surfaces, et en dirigeant les calculs, à cause du théorème de Bonnet sur la représentation conforme des surfaces minima, de manière à mettre en évidence dans l'expression Ψ un facteur tel que $\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right)$, s'annulant en chaque point de ces surfaces, on obtient la relation

$$S\left(\frac{\partial c}{\partial u}\frac{\partial c}{\partial v}\right) = -\frac{F}{RR'} + f\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right), \tag{2}$$

qui est bien de la forme annoncée. Elle montre pourquoi, dans le cas des surfaces minima, un système orthogonal quelconque a toujours pour repré-

---

[1] Voir MONTEL, *Sur les familles de fonctions analytiques qui admettent des valeurs exceptionnelles dans un domaine* (*Annales de l'École Normale*, Paris, novembre 1912).

sentation sphérique un système également orthogonal; ce fait particulier se trouve ainsi rattaché à une propriété générale des surfaces.

Des calculs analogues donnent ces deux autres relations :

$$(3)\qquad \mathrm{S}\left(\frac{\partial c}{\partial u}\right)^2 = -\frac{\mathrm{E}}{\mathrm{RR}'} + e\left(\frac{1}{\mathrm{R}} + \frac{1}{\mathrm{R}'}\right),$$

$$(4)\qquad \mathrm{S}\left(\frac{\partial c}{\partial v}\right)^2 = -\frac{\mathrm{G}}{\mathrm{RR}'} + g\left(\frac{1}{\mathrm{R}} + \frac{1}{\mathrm{R}'}\right),$$

où la courbure totale et la courbure moyenne de la surface considérée interviennent de la même manière que dans la précédente.

Si l'on combine ensuite les relations (3), (2) et (4) de manière à en déduire le carré de l'élément linéaire de la sphère, on obtient la suivante :

$$(5)\qquad d\sigma^2 = -\frac{ds^2}{\mathrm{RR}'} + (e\,du^2 + 2f\,du\,dv + g\,dv^2)\left(\frac{1}{\mathrm{R}} + \frac{1}{\mathrm{R}'}\right),$$

qui donne, en particulier, le théorème d'Enneper sur la torsion des lignes asymptotiques.

Ces résultats, où l'on considère une surface quelconque S et la sphère de Gauss, s'étendent immédiatement au cas où cette sphère serait remplacée par une deuxième surface quelconque S_1. De là quelques théorèmes que, pour simplifier, nous réunissons dans un même énoncé :

« Si l'on établit entre deux surfaces quelconques une correspondance par plans tangents parallèles, et si, en outre, les deux systèmes de coordonnées (u, v) se correspondent, les quatre expressions

$$(6)\qquad \left\{\begin{array}{l} -\dfrac{\mathrm{E}}{\mathrm{RR}'} + e\left(\dfrac{1}{\mathrm{R}} + \dfrac{1}{\mathrm{R}'}\right), \quad -\dfrac{\mathrm{F}}{\mathrm{RR}'} + f\left(\dfrac{1}{\mathrm{R}} + \dfrac{1}{\mathrm{R}'}\right), \quad -\dfrac{\mathrm{G}}{\mathrm{RR}'} + g\left(\dfrac{1}{\mathrm{R}} + \dfrac{1}{\mathrm{R}'}\right), \\ \qquad -\dfrac{ds^2}{\mathrm{RR}'} + (e\,du^2 + 2f\,du\,dv + g\,dv^2)\left(\dfrac{1}{\mathrm{R}} + \dfrac{1}{\mathrm{R}'}\right) \end{array}\right.$$

prennent chacune des valeurs égales en deux points correspondants quelconques de ces surfaces. »

Ces relations se simplifient beaucoup dans le cas des surfaces minima, et aussi quand la surface S est rapportée à ses lignes asymptotiques; elles permettent de retrouver intuitivement certains résultats connus, en montrant de quels théorèmes généraux ils sont des expressions particulières. On en a déjà vu un exemple plus haut, nous allons en donner brièvement quelques autres.

La formule (5) met en évidence ce fait que, sur une surface quelconque,

le rapport $\frac{d\sigma}{ds}$ varie en chaque point avec la direction de l'élément ds, et qu'il y a seulement exception pour les surfaces minima, où il reste égal, quelle que soit la direction considérée, à $\sqrt{\frac{-1}{RR'}}$, et ne varie que d'un point à un autre ; c'est donc là une propriété caractéristique de ces surfaces.

Quand S et S_1 sont toutes deux des surfaces minima, se correspondant par plans tangents parallèles, on a

$$\frac{E_1}{E} = \frac{F_1}{F} = \frac{G_1}{G} = \frac{R_1 R'_1}{RR'}; \tag{7}$$

il y a donc conservation des angles, comme dans le cas de la représentation sphérique des surfaces minima. En outre, si les courbures totales sont égales aux points correspondants, on voit que les deux surfaces sont applicables l'une sur l'autre, ce qui est une réciproque du théorème sur les surfaces minima associées.

D'autre part, quand la surface S est quelconque, mais rapportée à ses lignes asymptotiques, on a

$$e = g = 0 \qquad \text{et} \qquad f = \frac{2F}{R + R'}.$$

Si alors S_1 est une surface minima, il vient

$$ds^2 = (E_1\, du^2 + G_1\, dv^2 - 2F_1\, du\, dv)\frac{RR'}{R_1 R'_1}, \tag{8}$$

relation de même forme que celle donnée par M. Darboux (t. 4, p. 30) pour la représentation sphérique des lignes asymptotiques.

Ici s'est posée, en vue de l'interprétation concrète des résultats précédents, la question de savoir quelle est la grandeur géométrique représentée par l'expression

$$e\, du^2 + 2f\, du\, dv + g\, dv^2.$$

Je l'ai seulement étudiée dans le cas des surfaces à courbures opposées; on trouve alors

$$e\, du^2 + 2f\, du\, dv + g\, dv^2 = \pm\frac{(R - R')\, ds^2}{RR'} \sin\alpha \sin\alpha', \tag{9}$$

en désignant par α et α' les angles de l'élément ds avec les directions asymptotiques. Le signe du second membre dépend du sens considéré comme positif sur la normale à la surface; j'indiquerai dans un Mémoire plus détaillé comment on doit le déterminer.

PHYSIQUE. — *Remarques sur la détente des vapeurs saturées.* Note de M. G. **Bruhat**, présentée par M. J. Violle.

Pente des adiabatiques en un point de la courbe de saturation. — Si C' et c' sont les chaleurs spécifiques du gaz, $p=f(v,T)$ son équation d'état, la pente de son adiabatique, donnée par les formules

$$(1) \qquad C'\frac{\partial f}{\partial v}dv - c'\,dp = 0, \qquad C' - c' = -\frac{T}{J}\frac{\left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)^2}{\frac{\partial f}{\partial v}},$$

peut se mettre sous la forme

$$(2) \qquad \cot\beta = \frac{\partial v}{\partial p} = -\frac{Jc'}{T\left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)^2 - Jc'\frac{\partial f}{\partial v}}.$$

La pente de l'adiabatique du mélange se déduit de la formule

$$(3) \qquad \frac{dv}{dT} = -\frac{m'}{L}(u'-u) + \frac{du'}{dT}.$$

A l'aide des relations

$$(4) \qquad L = \frac{T}{J}(u'-u)\frac{dp}{dT}, \qquad m' = c' + \frac{T}{J}\frac{\partial f}{\partial T}\frac{du'}{dT}, \qquad \frac{dp}{dT} = \frac{\partial f}{\partial T} + \frac{\partial f}{\partial v}\frac{du'}{dT},$$

elle peut se mettre sous la forme

$$(5) \qquad \cot\alpha = \frac{dv}{dp} = -\frac{1}{\left(\frac{dp}{dT}\right)^2}\left[\frac{Jc'}{T} - \frac{\partial f}{\partial v}\left(\frac{du'}{dT}\right)^2\right].$$

De ces formules on déduit la réfraction de l'adiabatique

$$(6) \qquad \cot\beta - \cot\alpha = -\frac{\partial f}{\partial v}\frac{\left(\frac{Jc'}{T} + \frac{\partial f}{\partial T}\frac{du'}{dT}\right)^2}{\left(\frac{dp}{dT}\right)^2\left[\left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)^2 - \frac{Jc'}{T}\frac{\partial f}{\partial v}\right]} = \frac{J}{T}\frac{m'^2}{C'\left(\frac{dp}{dT}\right)^2}.$$

Comme c' et C' sont essentiellement positifs, et $\frac{\partial f}{\partial v}$ nécessairement négatif, *l'équation (5) montre que, dans la détente adiabatique de la vapeur saturée,* $\frac{dv}{dp}$ *est toujours négatif. L'équation (6) montre que, en valeur absolue, l'adiabatique du gaz fait toujours un angle plus petit avec l'axe des pressions que*

l'adiabatique du mélange. On sait que ces deux faits sont des conséquences des lois générales de la stabilité et du déplacement de l'équilibre [1].

ÉTUDE DE L'ADIABATIQUE CRITIQUE. — Au point critique, les formules (5) et (6) deviennent indéterminées, $\frac{\partial f}{\partial v}$ devenant nul, et $\frac{du'}{dT}$ infini. Cette indétermination peut se lever, en admettant que la fonction f, ses dérivées partielles, et la chaleur spécifique à volume constant c' sont continues au point critique, et calculant à l'aide des développements en série par rapport à $\varepsilon = u' - 1$ [2]. On trouve, en supposant les valeurs critiques prises comme unités :

$$\text{(7)} \qquad \cot\alpha = -\frac{1}{\left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)^2}\left[Jc - 3\frac{\left(\frac{\partial^2 f}{\partial v\,\partial T}\right)^2}{\frac{\partial^3 f}{\partial v^3}}\right], \qquad \cot\beta = -\frac{Jc}{\left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)^2};$$

$$\text{(8)} \qquad \cot\beta - \cot\alpha = -3\frac{\left(\frac{\partial^2 f}{\partial v\,\partial T}\right)^2}{\left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)^2\frac{\partial^3 f}{\partial v^3}}.$$

L'adiabatique critique fait un angle fini avec la courbe de saturation et subit une réfraction finie [3].

VALEUR DE m' LOIN DU POINT CRITIQUE. — En assimilant la vapeur à un gaz parfait ($pv = RT$) de chaleurs spécifiques constantes, négligeant le volume du liquide, et employant les relations [4] :

$$\text{(9)} \qquad J(C' - c') = R, \qquad L = L_0 + C'T - \int_0^T C\,dT,$$

les relations (4) donnent :

$$\text{(10)} \qquad m' = C' - \frac{L}{T} = \frac{-L_0 + \int_0^T C\,dT}{T}.$$

---

(1) DUHEM, *Traité de Mécanique chimique*, Livre IV, Chap. V. — RAVEAU, *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 767.

(2) BRUHAT, *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 1173.

(3) RAVEAU, *Journ. de Phys.*, 3e série, t. 1, 1892, p. 461. M. Raveau a également montré que la réfraction de l'adiabatique dépendait du fait que $\frac{\partial^2 f}{\partial v\,\partial T}$ n'était pas nul (*Comptes rendus*, t. 142, 1906, p. 1305).

(4) PLANCK, *Thermodynamique*, édit. franç., p. 277.

Pour $T = 0$, $m' = -\infty$; m' croît avec T et s'annule pour $T = \theta$ si $\int_0^\theta C\,dT$ atteint la valeur L_0. On a alors $L_0 = C'\theta$.

Pour l'*anhydride sulfureux*, $\theta = 370,5$; $C' = 0,154$; $C'\theta = 57$; $L_0 = 58$.

Pour le *chloroforme*, $\theta = 352$; $C' = 0,157$; $C'\theta = 55$; $L_0 = 59$.

Si de plus on suppose C constant, la formule (10) donne :

$$m' = C\left(1 - \frac{\theta}{T}\right). \tag{11}$$

Pour le *benzène*, $C = 0,414$; $\theta = 374°$. On obtient :

T............	273.	343.	413.	483.
m' calculé.........	$-0,155$	$-0,037$	$+0,039$	$+0,093$
m' observé........	$-0,155$	$-0,038$	$+0,048$	$+0,014$

On voit que la formule (10) *représente bien la variation de m' jusqu'au voisinage du point d'inversion inférieur.*

Réfraction des adiabatiques aux très basses températures. — En y remplaçant m' par $-\frac{L_0}{T}$ et $\frac{dp}{dT}$ par $\frac{JL_0}{Tu'}$, la formule (6) donne :

$$\cot\beta - \cot\alpha = \frac{u'^2}{JC'T} = \frac{u'}{p}\left(1 - \frac{c'}{C'}\right). \tag{12}$$

La pente de la courbe de saturation Γ est, à un infiniment petit près, celle de l'isotherme du gaz $\left(\cot\gamma = -\frac{u'}{p}\right)$; *l'angle de réfraction est du même ordre que l'angle de* Γ *et de* Ov. D'ailleurs l'adiabatique du mélange est symétrique de l'isotherme du gaz par rapport à Γ.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la propagation dans l'eau d'oscillations électriques entretenues, et sur la constante diélectrique de l'eau.* Note (¹) de M. **M. Sauzin**, transmise par M. A. Blondel.

Les oscillations hertziennes non amorties, entretenues par une lampe à trois électrodes (²), donnent lieu à des phénomènes de résonance extrêmement nets qui permettent d'obtenir, lors des mesures de longueurs d'onde,

---

(¹) Séance du 12 juillet 1920.

(²) White, *General Electric Review*, t. 19, 1916. — Gutton et Touly, *Comptes rendus*, t. 168, 1919, p. 271. — Balth van der Pol, *Philosophical Magazine*, t. 38, 1919.

une très grande précision. Toutes les complications qui résultent de l'amortissement disparaissent. J'ai utilisé ces oscillations pour la détermination de la constante diélectrique de l'eau.

Le circuit oscillant d'un appareil à ondes courtes, décrit par MM. Gutton et Touly, est couplé d'une façon très lâche, avec une ligne formée de deux fils de cuivre parallèles, de $1^{mm},5$ de diamètre, distants de 8^{cm}, et reliés à leurs extrémités par deux points. Le pont le plus éloigné de l'appareil générateur d'oscillations est coupé par une soudure fer-constantan à fils de $0^{mm},5$. De part et d'autre de la soudure, ces fils sont reliés aux bornes d'un galvanomètre à cadre. Le pont disposé à l'origine de la ligne est parallèle à l'un des côtés du circuit oscillant générateur; il est coupé par un condensateur d'une capacité de $\frac{4}{1000}$ de microfarad. Cette capacité est assez grande pour transmettre intégralement les ondes de 444^{cm} et de 242^{cm} qui ont été utilisées. Elle évite que la soudure thermo-électrique soit mise en court circuit par la ligne et par ce pont.

Pour une longueur quelconque non résonante du rectangle formé par les fils de ligne et les ponts, les oscillations qui y sont induites conservent une intensité à peu près nulle et le galvanomètre ne dévie pas. Mais les longueurs de ligne pour lesquelles la résonance est réalisée, donnent lieu à une grande intensité d'oscillations qui permet de les déterminer à moins d'un millimètre près. Pour faire varier la longueur de la ligne et réaliser exactement la résonance, on dispose le pont portant la soudure entre les extrémités de deux tubes en laiton dans lesquels coulissent les fils de ligne. On trouve ainsi, successivement, une série de longueurs résonantes qui diffèrent entre elles d'une demi-longueur d'onde.

Il n'a pas été observé d'harmoniques dans les oscillations de générateurs d'ondes, fonctionnant dans les conditions de plus grande intensité, très près du couplage minimum entre les circuits de grille et de plaque (1).

L'appareil réglé à la résonance est si sensible à une modification de la vitesse de propagation, qu'on observe une très grande variation de l'intensité du courant dans le galvanomètre lorsqu'on place entre les fils une plaque de paraffine. Une feuille de papier approchée de la ligne accordée suffit déjà à produire un effet nettement visible.

Pour étudier la propagation dans l'eau, on a disposé la partie de la ligne la plus éloignée du générateur d'ondes dans une cuve en bois paraffinée, dont la largeur et la profondeur étaient 15^{cm}. Ces dimensions sont suffi-

---

(1) Cf. GUTTON, *Revue générale de l'Électricité*, t. 5 et 6, 1919.

santes pour que la propagation ne soit pas troublée par l'approche d'une plaque métallique à l'extérieur de la cuve.

Pour éviter que la réflexion des ondes à l'entrée dans l'eau ne produise en avant de la cuve un système d'ondes stationnaires supplémentaire, on s'est toujours arrangé de telle sorte que les fils pénètrent dans l'eau en un point qui correspond à un ventre de courant. En ce point les fils de ligne étaient réunis par un troisième pont coupé par un condensateur d'une capacité de $\frac{1}{1000}$ de microfarad. On reconnaît que le réglage est réalisé exactement, lorsque l'intensité des oscillations pour les longueurs de ligne résonantes est maximum. La position à donner à la cuve pour satisfaire à cette condition se détermine au millimètre près.

La mesure des longueurs pour lesquelles la ligne est en résonance lors de la propagation dans l'air, puis lors de la propagation dans l'eau, fournit le rapport des longueurs d'ondes et par suite la constance diélectrique K de l'eau.

D'autre part, la mesure des intensités des oscillations pour les longueurs de ligne en résonance, permet d'obtenir l'amortissement dû à la conductivité x de l'eau. Cet amortissement a toujours été trouvé trop faible pour pouvoir altérer la valeur de la longueur d'onde ; les internœuds successifs ont été trouvés égaux entre eux.

De la valeur trouvée pour le facteur d'amortissement α, on déduit la conductivité de l'eau : x. L'expérience ne donne x qu'avec peu de précision.

Les nombres trouvés dans une série d'expériences ont été les suivants :

Demi-longueur d'onde des oscillations dans l'air...........	$\frac{\lambda}{2} = 221^{cm},8$
Longueur des internœuds successifs dans l'eau distillée à 15.°	$26^{cm},1$ $26^{cm},1$ $25^{cm},9$
Valeur moyenne de la demi-longueur d'onde dans l'eau.....	$\frac{\lambda'}{2} = 26$
Constante diélectrique..................................	$K = 72,7$
Coefficient d'amortissement..............................	$\alpha = 0,004$
Conductivité (en unités électro-magnétiques et l'unité de résistance étant l'ohm)..................................	$x = 2.10^{-6}$

Trois autres séries d'expériences sur l'eau distillée ont donné les résultats suivants :

$\frac{\lambda}{2}$.	$\frac{\lambda'}{2}$.	K.	α.	x.
222,5	25,9	73,7	»	»
121	14,2	72,6	»	»
121,2	14,1	73,7	0,003	$1,8.10^{-6}$

Des mesures faites pour la mise au point des appareils avec de l'eau de Moselle des conduites de la ville de Nancy ont donné, comme constante diélectrique, 75. L'amortissement était plus grand : $\alpha = 0,007$.

La valeur trouvée pour la constante diélectrique de l'eau distillée est ainsi 73, à une unité près environ. Une telle précision ne peut être atteinte par l'emploi d'ondes amorties produites par des étincelles.

Cette valeur est plus faible que la valeur moyenne 80, généralement admise. Cette différence peut être attribuée non seulement à la plus grande précision des mesures, mais encore au fait que l'emploi des ondes entretenues permet d'opérer dans des champs électriques très faibles, or la constante diélectrique des isolants imparfaits ne paraît pas avoir une grandeur bien définie indépendante de l'intensité du champ (1). Cette question pourra être étudiée ultérieurement en se servant d'oscillations d'intensité encore plus faible.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Nouvelles recherches sur l'action des gaz extrêmement divisés.* Note de M. C. **Zenghelis**, présentée par M. Charles Moureu.

Dans une Note précédente (2) j'ai montré que, par l'extrême division des gaz, on peut arriver à des réactions très vives.

Après de nouvelles expériences, j'ai acquis la certitude de la justesse de l'explication alors donnée. J'ai étudié de plus près certaines réactions obtenues, notamment la réduction de l'anhydride carbonique par l'hydrogène. Je vais exposer ici les principaux résultats.

I. *Réduction de l'anhydride carbonique.* — J'ai opéré de la même façon que précédemment (3). L'hydrogène était purifié par une série de flacons laveurs contenant du bichromate de potasse acidulé, de la soude caustique

---

(1) Voigt, *Magneto-und Elektrooptik*, 1908, p. 359. — Ratnowsky, *Verh. d. d. Physik. Ges.*, 1913, p. 497. — Debye, *Phys. Zeits.*, t. 13, 1912, p. 97. — Gutton, *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 621.

(2) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 883.

(3) *Loc. cit.*

et du nitrate d'argent. Les premiers distillats du produit de la réduction étaient examinés à froid avec une solution ammoniacale d'argent, préparée d'après Tollens, et avec la fuchsine décolorée par l'anhydride sulfureux. Quant à la formation du sucre, en plus des autres réactions (réduction de la solution ammoniacale, odeur de caramel), j'ai fait la réaction de l'osazone.

De ces expériences il résulte que l'eau bouillie et exempte d'oxygène, dans laquelle on fait agir un mélange d'anhydride carbonique et d'hydrogène, sous une légère pression, à la température ordinaire (20°-30°), se réduit en quelques heures, en formant surtout de l'aldéhyde formique, dont la plus grande partie se polymérise en sucre.

Les premiers distillats ont toujours réduit la solution ammoniacale et donné d'abord une légère coloration à la fuchsine décolorée, laquelle s'accentuait progressivement. Le résidu donna toujours la réaction de l'osazone et, fortement chauffé, répandait l'odeur du caramel.

On peut suivre la marche de la réaction par la vitesse des bulles d'hydrogène dans les flacons laveurs, qui représentent exactement l'hydrogène absorbé. Je m'assurais, avant chaque expérience, de la parfaite fermeture de l'appareil. Ainsi, dans une de ces expériences (500$^{cm^3}$ d'eau), une bulle d'hydrogène était absorbée toutes les 40 secondes environ le premier jour, toutes les minutes le deuxième jour, toutes les 120-150 secondes, et ainsi de suite. Le dixième jour, l'absorption a presque totalement cessé.

Dans une seconde expérience (700$^{cm^3}$ d'eau), une bulle d'hydrogène était absorbée chaque 40 secondes le premier jour, chaque minute le deuxième jour, chaque 120 secondes le troisième, chaque 180-210 secondes le sixième, chaque 15-18 minutes le dixième. Ceci prouve qu'il existe une limite vers laquelle tend la réaction dont l'équilibre chimique dépendrait surtout de la pression.

II. *Influence de la lumière.* — Cette réduction, à travers les pores du papier de diffusion, rappelle beaucoup la formation des hydrocarbures à travers les membranes de cellules des plantes. Cette dernière s'y accomplit seulement en présence de la lumière. Il était donc intéressant de chercher quelle pouvait être l'influence de la lumière dans notre cas.

J'ai donc fait une série d'expériences, autant que possible dans les mêmes conditions, en opérant pendant 8 heures en même temps : (A) à l'obscurité totale de la chambre noire ; (B) aux rayons intenses du soleil (15 juin), et (C) aux rayons ultraviolets. J'ai procédé, comme dans les autres cas, en me servant d'un ballon de 500$^{cm^3}$ qui contenait 400$^{cm^3}$ d'eau.

Pour les rayons ultraviolets je me suis servi d'un ballon en verre Uviol et d'une lampe à mercure. Les conditions étaient les mêmes, excepté la température. La température de l'eau de la chambre était 31°; la lampe à mercure, qui se trouvait tout près du ballon, chauffa peu à peu l'eau contenue, dont la température, à la fin de l'expérience, monta à 40°. C'est à cette même température que s'éleva peu à peu l'eau du ballon exposé au soleil, pour descendre à 37° à la fin de l'expérience (7^h).

C'est à cause de cela que je répétai le lendemain l'expérience de la chambre noire (*d*) en tenant l'eau du ballon à la température de 40°. Les résultats obtenus furent les suivants: dans les quatre cas, les premiers distillats donnèrent une légère réaction avec le réactif ammoniacal et la fuchsine.

Elles étaient toutes plus ou moins de la même intensité, sauf celle de l'eau du ballon (*b*) exposé aux rayons du soleil, qui donna la réaction de l'aldéhyde évidemment plus forte. Les résidus de distillation étaient aussitôt évaporés à sec dans un bain-marie, et chauffés dans des capsules en platine à 100° pendant une demi-heure, puis pesés.

Poids des résidus.

	g
Ballon (*a*) exposé aux rayons ultraviolets....	0,0146
» (*b*) » » du soleil	0,0096
» (*c*) de la chambre noire à 31°.........................	0,0014
» (*d*) » » 40°.........................	0,0019

Il résulte de ceci que les rayons lumineux, et surtout les rayons ultraviolets, favorisent et accélèrent beaucoup la réaction, qui se fait néanmoins, à l'obscurité totale. L'influence de la température ne vient qu'en second rang.

III. *Réduction de l'anhydride carbonique par l'hydrogène à l'état naissant.* — Dans ce sens j'ai d'abord travaillé avec une solution alcaline en décomposant l'eau à froid par le calcium métallique. Le calcium était partiellement enveloppé de paraffine, dans des tubes de verre très courts, de sorte que la réaction s'accomplissait lentement et régulièrement. De temps en temps, j'ajoutais de nouveaux tubes. L'hydroxyde de calcium, aussitôt formé, se transformait, par un courant continu d'anhydride carbonique, en bicarbonate. Le résidu, soumis à la distillation sèche, donna un distillat également acide, tandis que le résidu se décomposait en produisant des vapeurs noires et suffocantes.

J'ai constaté de l'acide formique dans le distillat et du formiate de calcium dans le résidu. En travaillant dans un milieu acide par la décomposition

du zinc par l'acide sulfurique $\frac{1}{20}$ N, j'ai obtenu très peu d'aldéhyde et aucun produit de polymérisation ou autre.

IV. *Action des gaz en solution.* — Quand un gaz se trouve en solution, il se dissémine sur une grande surface et par conséquent les chances d'un choc entre les corps agissants sont plus grandes. C'est justement pour cette cause que je suis parvenu à la synthèse de l'ammoniac, à partir de ses éléments, en travaillant dans une solution colloïdale de platine, de palladium, rhodium, etc. (¹) à basse température.

J'ai donc essayé cette action dans les deux cas suivants :

A'. La réduction de l'anhydride carbonique par l'hydrogène dans les mêmes conditions que précédemment, mais en supprimant le corps poreux intermédiaire; c'est-à-dire par l'action directe de l'anhydride carbonique et de l'hydrogène dissous dans l'eau. J'ai obtenu absolument les mêmes produits; c'est-à-dire, l'aldéhyde et le sucre. L'intensité de la réaction n'était pas sensiblement plus faible.

B'. La synthèse de l'ammoniac. Un flacon de 11^{l} contenait 6^{l} d'un mélange de 3^{vol} d'hydrogène et 1^{vol} d'azote, et une solution d'acide sulfurique additionnée de $10^{cm}\frac{1}{10}$ N par litre, qui communiquait avec un récipient placé 2^{m} plus haut. Le volume de gaz diminuait peu à peu par la formation de sulfate d'ammoniaque.

Après six jours je déterminai, par une distillation avec la potasse, l'ammoniaque produite; il se forma $5,3\,\frac{1}{10}$ N d'ammoniaque. Si l'on opère avec de l'eau non acidulée, on n'arrive qu'à des traces d'ammoniaque.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le recuit du fer électrolytique.* Note (²) de M. **Jean Cournot**, transmise par M. Le Chatelier.

Différents auteurs ont signalé que le fer électrolytique contient, au sortir du bain d'électrolyse, des quantités importantes d'hydrogène que le recuit sépare aisément.

J'ai cherché à préciser les conditions de recuit nécessaire au départ de l'hydrogène, sachant, d'une part, que ce gaz forme un hydrure facile à déceler au microscope (³), et que la présence de ce constituant est accusée d'autre part par une augmentation de dureté.

(¹) *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 914.

(²) Séance du 12 juillet 1920.

(³) Guillet-Portevin.

Mes expériences ont été faites en faisant varier le temps et la température du recuit, et en opérant sur de petits échantillons carrés de 3cm de côté, découpés dans une tôle de 6mm d'épaisseur, obtenue directement au bain d'électrolyse. Les recuits ont été effectués soit en bains salins, soit dans un four chauffé au gaz; dans les deux cas, les résultats sont identiques et les courbes se raccordent parfaitement. Le Tableau suivant résume les résultats obtenus dans l'essai de dureté (chiffre de Brinell, bille de 10mm, pression 1000kg) :

Température des recuits.	Temps des recuits.							
	0'.	10'.	20'.	40'.	1h.	2h.	4h.	6h.
650°.........	164	161	160	161	159	155	»	»
750.........	164	155	157	153	152	144	140	136
850.........	164	135	120	115	107	95	92	»
950.........	164	103	100	96	88	84	»	»
1050.........	164	88	87	84	83	83	»	»

Micrographie. — Les divers échantillons, après recuit de 1 heure, ont été polis et attaqués, pendant 20 secondes, par la dissolution d'acide nitrique à 4 pour 100 dans l'alcool éthylique. D'une façon générale, on a une structure polyédrique, la grosseur des grains allant en croissant de l'état brut aux températures élevées de recuit. De plus, à l'état brut, on observe des macles à l'intérieur des grains; à 650° et 750°, ces macles s'effacent peu à peu pour disparaître tout à fait à 850° et aux températures supérieures.

Ces résultats montrent :

1° Une température de 950° après un temps de 2 heures, ou de 1050° après un temps de 1 heure, est nécessaire pour obtenir le recuit complet.

2° A une température d'au plus 850°, le recuit n'est jamais complet, même lorsque la durée de l'opération atteint 4 heures.

3° La structure caractéristique de la présence de l'hydrure existe encore après recuit à 650° et 750°; mais elle disparaît après un recuit de 1 heure à 850°, bien que cependant la dureté n'ait pas atteint son minimum.

De nouvelles expériences permettront sans doute de préciser la relation exacte entre la structure et le recuit complet.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Quelques nouvelles recherches sur les laitons spéciaux.* Note [1] de M. L. GUILLET, transmise par M. Le Chatelier.

Les recherches que je poursuis depuis de nombreuses années sur la question des laitons spéciaux et qui ont déjà fait l'objet de plusieurs Notes [2], m'ont conduit à quelques résultats nouveaux que je me propose de résumer brièvement :

Laitons au cobalt. — Il était intéressant de rapprocher le rôle du cobalt de celui du nickel. On sait déjà que ces éléments ne se comportent pas du tout de la même façon vis-à-vis des alliages fer-carbone.

Le cobalt n'entre en solution dans les constituants normaux des alliages cuivre-zinc que dans une faible proportion ; il s'isole ensuite sous forme d'une des solutions solides que l'on rencontre dans les alliages cuivre-cobalt.

Lorsque la constitution est normale, on note un titre fictif nettement supérieur au titre réel; mais la valeur du coefficient d'équivalence varie dans des limites assez larges de — 0,1 à — 1,5.

Voici quelques propriétés intéressantes de ces alliages [3] :

Composition.		Titre fictif.	Essai de traction.			Essai de choc.		Essai de dureté.
Cu.	Co.	Cu p. 100.	R.	A p. 100.	Σ.	ρ.	Angle.	Δ.
60,34	0,64	61	32,8	49,0	57,5	13,1	106	72
60,50	2,27	62	31,2	57,0	54,6	11,5	116	71
60,48	4,81	62 [4]	33,3	38,0	37,7	7,5	150	107
55,46	0,78	56,5	37,7	16,0	30,7	9,0	138	117
55,63	2,42	59	40,6	32,0	38,9	11,2	134	104
55,46	4,98	61	44,6	39,0	54,6	14,0	140	125

On retrouve encore ici l'influence nocive du constituant spécial et la relation entre le titre fictif et les propriétés mécaniques. Toutefois, celles-ci ne sont pas supérieures à celles des laitons au nickel et les laitons au cobalt ne peuvent intéresser l'industrie.

---

[1] Séance du 12 juillet 1920.

[2] *Comptes rendus*, t. **143**, 1906, p. 1047; t. **155**, 1912, p. 1512; t. **170**, 1920, p. 460.

[3] Déterminées dans les mêmes conditions que les propriétés mécaniques indiquées dans les Notes précédentes.

[4] 62 + constituant spécial.

Laitons au chrome. — Depuis fort longtemps, je me préoccupe de trouver une méthode d'introduction du chrome dans les alliages de cuivre. Ces corps sont partiellement non miscibles à l'état liquide et totalement non miscibles à l'état solide.

Les alliages de nickel et de chrome, devenus industriels pendant la guerre, sont formés d'une seule solution solide; de plus, leur liquidus présente un minimum assez accusé (température de 1290°). J'ai donc cherché à introduire le chrome au moyen d'alliages de nickel et de chrome préparés au four électrique. Les résultats sont à peu près négatifs, une partie du chrome entre bien en solution dans les constituants des laitons, mais une autre partie forme un constituant spécial, probablement du chrome métal, lequel diminue la valeur du métal, comme le prouve le résultat suivant :

L'alliage a pour composition :

Cu = 53,6; Zn = 37,8; Ni = 5,9;
Cr (soluble dans AzO^3H) = 0,32; Cr insoluble = 1,20.
R = 28,3; A pour 100 = 13; Σ = 16,8; ρ = 12,5; Δ = 89;
micrographie : Cu = 61,5 + constituant spécial.

Laitons à l'argent et à l'or. — J'ai montré précédemment que les métaux donnant un titre fictif supérieur au titre réel formaient avec le cuivre des solutions plus étendues que la solution α des alliages cuivre et zinc. Il était intéressant de voir, d'une part, l'action de l'argent qui forme une solution très peu étendue avec le cuivre, et, d'autre part, l'action de l'or qui donne, avec le cuivre, une solution variant de 0 à 100 pour 100.

Les quelques expériences faites montrent bien la différence d'action des deux métaux :

En effet, un laiton ayant pour composition

Cu = 57,26; Zn = 41,07; Ag = 1,67,

a pour titre fictif 58;

Cu = 56,13; Zn = 42,80; Au = 1,07,

a pour titre fictif 57,5.

L'argent n'a donc pas d'action très prononcée sur la structure de l'alliage.

L'or, au contraire, donne donc un titre fictif nettement supérieur au titre réel.

CHIMIE MINÉRALE. — *Oxydation de l'anhydride arsénieux en milieu alcalin en présence de sulfate ferreux.* Note de M. G. Gire, transmise par M. H. Le Chatelier.

Manchot et Glaser [1] ont étudié l'influence du sulfate ferreux sur l'oxydation de l'anhydride arsénieux en milieu alcalin. Ces auteurs ont prétendu que le mélange $As^2O^3 + KOH + SO^4Fe$ fixe à peu près le double de l'oxygène nécessaire au passage de l'état ferreux à l'état ferrique.

Nous avons cherché à déterminer dans l'oxydation de tels systèmes, l'influence de l'alcalinité du milieu et de la teneur en fer.

40^{cm^3} du mélange à étudier étaient mis en présence d'oxygène libre, à pression constante, dans un récipient de 175^{cm^3} communiquant avec une burette graduée remplie d'oxygène et immergée dans l'eau. Pour chaque volume de gaz absorbé un même volume d'eau pénètre dans la burette par un tube capillaire placé à sa partie supérieure [2]. L'oxydation était ainsi suivie de minute en minute.

Le mélange était régulièrement agité par un mouvement de translation entretenu électriquement (150 déplacements doubles à la minute).

Les solutions alcalines d'anhydride arsénieux s'oxydent à l'air libre. Dans chaque expérience nous avons suivi parallèlement l'oxydation de la solution arsénieuse en présence de sels ferreux et de la solution arsénieuse seule.

L'oxydation due au fer est très rapide (3 à 5 minutes), quand elle est terminée l'oxydation ultérieure devient alors identique à celle de la solution arsénieuse seule.

Chaque solution à oxyder, représentant toujours 40^{cm^3}, contenait 21 millimolécules de As^2O^3 et 0,5 milliatome de fer avec des teneurs croissantes en soude exprimées dans le Tableau suivant. L'oxydation était conduite pendant un quart d'heure et de l'oxygène total disparu était retranché celui absorbé pendant le même temps par la solution arsénieuse sans fer.

Soude en millimolécules.	Oxygène absorbé en milliatomes.	Oxygène nécessaire pour Fe^2O^3 en milliatomes
30,75	0,57	0,25
38,25	0,45	0,25
42 (As^2O^3, Na^2O)	0,42	0,25
53,25	0,37	0,25
69,5	0,40	0,25

(1) Manchot et Glaser, *Zeit. für anorg. Chem.*, t. 27, p. 240.

(2) Ce dispositif est à peu près celui employé par Manchot.

Soude en millimolécules.	Oxygène absorbé en milliatomes.	Oxygène nécessaire pour Fe^2O^3 en milliatomes.
77	0,52	0,25
84 (As^2O^3, $2Na^2O$)	0,60	0,25
107	0,60	0,25
114,5	0,62	0,25
144,5	0,65	0,25
182	0,65	0,25
219,5	0,65	0,25

La quantité d'oxygène absorbé passe par un minimum pour une teneur en soude un peu supérieure à celle correspondant à l'arsénite monobasique (As^2O^3, Na^2O). Ce minimum est inférieur au double de l'oxygène nécessaire pour passer au stade ferrique (0,37 au lieu de 0,50) [1].

Pour le mélange correspondant à l'anhydride bibasique, le double oxygène est nettement dépassé (0,60 au lieu de 0,50). A ce moment la variation de l'alcalinité n'a plus qu'une influence très faible, qui devient nulle à partir d'une teneur de 144,5 millimolécules de soude.

Il semble que l'oxydation soit en relation avec la nature des sels formés par le mélange As^2O^3 et NaOH en différentes proportions.

D'autre part, dans les liqueurs obtenues, le fer est masqué à ses réactifs habituels; on est donc en présence de corps complexes, vert clair pour de basses teneurs en soude, puis jaunes et enfin rougeâtres pour le mélange correspondant à l'arsénite bibasique. Pour des teneurs en soude supérieures le complexe s'hydrolyse, l'hydrate ferrique se dépose d'autant plus abondamment et rapidement que la teneur en soude est plus grande. Cette décomposition marque l'oxydation maxima du mélange.

Nous avons également fait varier la teneur en fer du mélange et cela pour des teneurs en soude différentes : 69,5, 84 et 219,5 millimolécules. Le mélange contenait toujours 21 millimolécules d'anhydride arsénieux.

Voici quelques résultats obtenus dans les deux premiers cas :

$As^2O^3 = 21$ millimolécules, $NaOH = 69,5$ millimolécules.

Fer en milliatomes.	Oxygène absorbé en milliatomes.	Oxygène pour Fe^2O^3 en milliatomes.
0,1	0,13	0,05
0,2	0,18	0,1
0,3	0,22	0,15
0,4	0,31	0,2

(1) La précision de la mesure est de 0,01 milliatome d'oxygène.

Fer en milliatomes.	Oxygène absorbé en milliatomes.	Oxygène pour Fe^2O^3 en milliatomes.
0,5	0,40	0,25
0,7	0,48	0,35
1	0,64	0,5
1,5	0,91	0,75
2	1,2	1

$As^2O^3 = 21$ millimolécules, $NaOH = 84$ millimolécules (arsénite bibasique).

Fer en milliatomes.	Oxygène absorbé en milliatomes.	Oxygène pour Fe^2O^3 en milliatomes.
0,2	0,32	0,1
0,3	0,38	0,15
0,4	0,49	0,2
0,5	0,60	0,25

La quantité de l'oxygène absorbé est proportionnelle à la quantité de fer. Le coefficient de proportionnalité étant défini par la teneur en soude.

Dans aucun cas cependant, même pour les mélanges où l'oxydation dépasse 1^{at} d'oyygène pour 1^{at} de fer, ce coefficient n'est supérieur à 1 (coefficient qui caractériserait, pour chaque teneur en fer, la fixation d'une quantité d'oxygène double de celle nécessaire pour atteindre le stade ferrique).

Le stade ferrique est toujours dépassé. Est-ce en vertu d'une oxydation secondaire due à la formation d'un peroxyde intermédiaire?

Manchot le prétend et admet la formation de FeO^2 instable. N'ayant fait varier l'alcalinité et la teneur en fer que dans des limites très restreintes, ses résultats permettent cette interprétation qui ne semble pas conciliable avec les chiffres que nous avons obtenus.

Le complexe formé s'oxyderait-il en une seule fois, la quantité d'oxygène absorbé variant avec la composition de ce complexe? C'est une opinion que seule une étude systématique de ces complexes pourrait confirmer.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *L'acide iodique réactif microchimique caractéristique de l'ammoniac gazeux*. Note (¹) de M. **Georges Denigès**, présentée par M. Charles Moureu.

Tandis que l'acide iodique insolubilise les solutions, même très diluées, des sels de la série calcique, en formant, comme nous l'avons montré (²), des iodates spontanément cristallisés et fort peu solubles, ce n'est qu'avec des solutions très concentrées des sels du groupe du potassium qu'il peut amener des précipitations d'iodates, d'ailleurs aussi cristallisés, mais dont la formation, sauf dans des cas très particuliers d'identification de sels solides, ne peut être utilement appliquée à la microchimie.

Il en est de même avec les sels d'ammonium, dont le chlorure, par exemple, et grâce à une sursaturation très opiniâtre de l'iodate correspondant (cependant peu soluble), ne fournit de précipité cristallin par mélange d'acide iodique avec sa solution que lorsque la teneur en sel de cette dernière atteint, au moins, 15 à 20 pour 100.

Au contraire, le même réactif iodique, mis en présence de quantités extrêmement faibles de gaz ammoniac, produit immédiatement des cristaux quadratiques, aplatis, agissant sur la lumière polarisée, d'iodate d'ammonium. C'est ainsi qu'une gouttelette très minime d'une solution d'acide iodique à 10 pour 100 (concentration la plus favorable), exposée pendant quelques secondes à peine au-dessus du goulot débouché d'un flacon d'ammoniaque des laboratoires, se recouvre aussitôt d'un enduit de ces cristaux, très facilement reconnaissables au microscope lorsqu'on les y examine après avoir porté la gouttelette sur une lame de verre.

La figure ci-après reproduit l'aspect de ces cristaux.

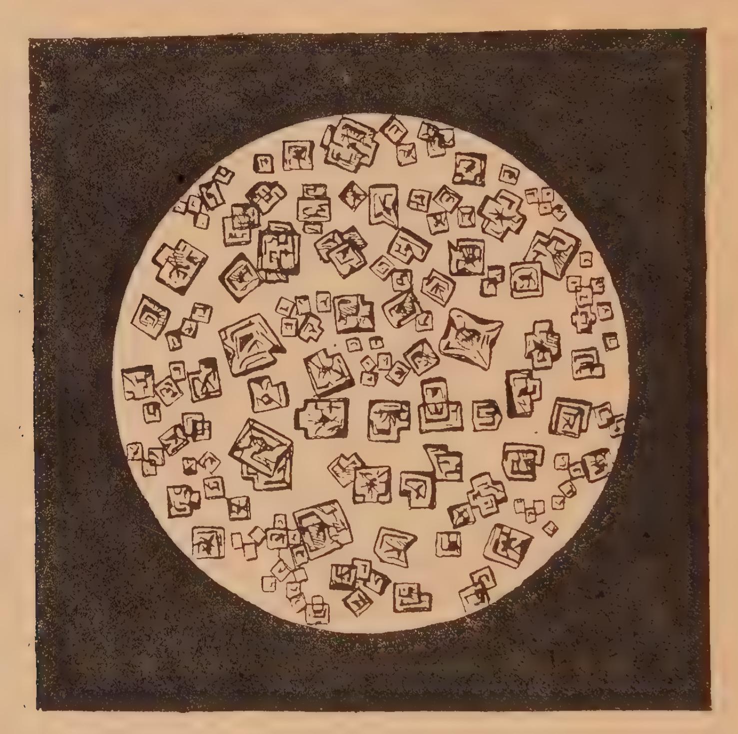
La réaction est caractéristique [aucune amine volatile (³) ne la donnant], elle est immédiatement applicable ; de plus, elle est très sensible.

(¹) Séance du 5 juillet 1920.

(²) G. Denigès, *L'acide iodique réactif microchimique des combinaisons solubles et insolubles du calcium, du strontium et du baryum* (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 996).

(³) Nous avons trouvé, au contraire, qu'en milieu neutre, l'iodate de sodium à 10 pour 100 donnait des combinaisons spontanément cristallisées et de formes toute spéciales avec des amines primaires, notamment la monométhylamine, qui fournit ainsi de longues aiguilles, le plus souvent groupées autour d'un centre commun.

Lorsqu'on veut l'employer à la recherche et à l'identification de l'ammoniaque salifiée, dans une solution, une eau potable, etc., on en évapore une certaine quantité à un petit volume (1^{cm^3} par exemple) qu'on introduit, avec $0^g,50$ de magnésie calcinée, dans un tube de verre court (3^{cm} à 4^{cm} au plus de longueur) de 15^{mm} à 16^{mm} de diamètre et à rebords évasés, de façon à pouvoir le faire tenir droit dans un poudrier dont le goulot permette son introduction mais non le passage de son orifice et fasse ainsi office



Cristaux d'iodate d'ammonium.

de support. D'autre part, on dépose avec un agitateur, sur le milieu d'une lame de verre porte-objet, une fine gouttelette ne dépassant pas 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre, et plutôt à ménisque aplati que trop convexe, de réactif iodique, et l'on couvre le tube avec cette lame, la gouttelette regardant l'axe de ce tube. On abandonne le tout à lui-même pendant un certain temps et on l'examine au microscope.

Quand le résidu liquide soumis à l'essai renferme 1^{mg} seulement d'ammoniaque salifiée, des cristaux apparaissent en quelques minutes; en moins d'une demi-heure avec $0^{mg},2$, au bout d'une heure environ avec $0^{mg},1$. Dans ces divers cas, les cristaux se forment d'abord et surtout sur les bords de la gouttelette.

Bien que, par ses propriétés cristallographiques, identiques à celles que Marignac a décrites (1), il fût déjà certain que le sel ainsi obtenu était bien l'iodate neutre

(1) MARIGNAC, *An. Min.*, 5e série, t. 9, 1856, p. 1.

$IO^3 NH^4$, il nous a paru utile de nous assurer, vu les conditions de formation de nos cristaux en présence d'un grand excès d'acide iodique, qu'il ne s'agissait ni du biiodate, ni du triiodate de Ditte (1) et Blomstrand (2). Or, les préparations massives que nous avons faites de nos cristaux, soit en milieu rigoureusement neutre, soit en présence d'un excès d'acide iodique ou d'ammoniaque, nous ont toujours conduit aux mêmes formes quadratiques et à une composition chimique coïncidant exactement avec la formule $IO^3 NH^4$.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'incinération des matières organiques en vue de l'analyse des éléments minéraux qu'elles contiennent; application à l'analyse du sang.* Note de MM. **A. Desgrez** et **J. Meunier**, présentée par M. Moureu.

L'incinération des matières organiques s'effectue, dans la plupart des laboratoires, au moyen de fours à moufle chauffés au gaz ou au coke; c'est ainsi que les analystes procèdent pour détruire les filtres et calciner les précipités recueillis pour les dosages. Nos études particulières du mécanisme de la combustion nous ont conduits à modifier cette manière de faire et à adopter un procédé qui, mis entre les mains de nos élèves non encore exercés, leur permet d'obtenir d'excellents résultats.

L'incinération comporte deux phases : la première est celle où les matières volatiles se dégagent et brûlent sous forme de flamme, en laissant un résidu charbonneux ou coke; la seconde est celle de la combustion de ce résidu, par incandescence. Cette seconde phase est la plus délicate; sa réussite dépend de la température à laquelle la première a été effectuée. Il est essentiel de ne pas chauffer ou de ne chauffer que le moins possible, tant que la flamme se produit. Le filtre desséché, disposé sur le récipient, capsule ou creuset, où l'incinération doit avoir lieu, étant simplement enflammé, on écarte la lampe tant qu'il y a flamme, et l'on soulève au besoin la matière enflammée un peu au-dessus du récipient, pour permettre l'accès de l'air. Ordinairement, quand la flamme s'est éteinte, on voit l'incandescence se propager sur le résidu charbonneux, on laisse ce phénomène s'achever et l'on ne chauffe qu'ensuite à la lampe, le récipient étant penché de telle sorte que l'ouverture soit tout à fait en dehors de la flamme; autrement, l'accès de l'air comburant serait fermé. Les goudrons qui se

(1) Ditte, *Ann. de Ch. et de Phys.*, 6e série, t. 21, 1890, p. 147.

(2) Blomstrand, *J. prakt. Chem.*, 2e série, t. 40, 1889, p. 335.

sont déposés sur la paroi intérieure du récipient se consument progressivement et laissent celle-ci absolument nette, bien avant qu'elle ait atteint la température du rouge naissant; de même, les parcelles charbonneuses deviennent brusquement incandescentes et, en s'éteignant, laissent un squelette de cendres blanches.

Les propriétés catalytiques de ce charbon obtenu à basse température se montrent ainsi d'une manière certaine; c'est-à-dire qu'il attire mécaniquement l'oxygène qui l'entoure, tout comme le platine ou le cuivre, préparé dans les conditions que nous avons indiquées, attirent les mélanges gazeux et manifestent l'incandescence. Cette propriété catalytique est altérée et plus ou moins annihilée par la présence de certains sels, les sels alcalins et ammoniacaux en particulier, avivée au contraire par d'autres, spécialement par le sulfate de chaux en petite quantité [1]. Il est donc essentiel, tous les analystes l'ont reconnu, d'éliminer à fond, par des lavages, les sels alcalins qui, employés comme réactifs, imprègnent les filtres, pour que ceux-ci brûlent facilement.

Nous avons généralisé ces principes en les appliquant à l'incinération des matières d'origine animale. Nous avons opéré d'abord sur le sang, aussi bien sur le sérum que sur le sang total du cheval. Ces liquides sont disposés en couches minces sur des assiettes ou sur des plats bien dégraissés et placés sur le bain-marie pour l'évaporation. La coagulation se produit et la matière, quand elle est sèche, se détache par plaques. Après l'avoir concassée, on l'incinère dans une capsule de porcelaine ou même dans un têt, moins susceptible de se briser, en procédant comme il suit. Sur la surface du produit, on dirige un jet de chalumeau qui détermine l'inflammation et le boursouflement de la couche supérieure. La matière étant mauvaise conductrice de la chaleur, cette couche se soulève et se détache de la couche sous-jacente, qui demeure à une température plus basse. Il en résulte un charbon poreux, léger, que l'on enlève d'une pièce. La matière qui se trouvait au-dessous, ainsi mise à nu, apparaît comme un goudron, en partie fondue. On l'enflamme par un nouveau jet de chalumeau et ces opérations sont continuées jusqu'à ce que le récipient soit vide.

Le charbon volumineux, tassé dans une capsule de porcelaine, est chauffé modérément sur un fourneau à gaz ordinaire. Il suffit que le fond de la capsule atteigne une température qui n'est guère supérieure à 300°, pour qu'à l'intérieur, la masse charbonneuse devienne incandescente et brûle

---

[1] *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 924; t. 152, 1911, p. 194.

spontanément, tandis que la surface, refroidie par le contact de l'air, reste noire. Plus la masse est considérable, mieux se font les opérations ci-dessus, et mieux se manifeste la propriété catalytique du charbon obtenu à basse température.

Les cendres du sang ou du sérum sont riches en sels alcalins ; par suite, il est indiqué, quand la combustion catalytique se ralentit, de lessiver, à l'eau chaude, la masse encore charbonneuse. La presque totalité des sels solubles dans l'eau se sépare ainsi, et la solution évaporée fournit successivement des cristaux de chlorures, carbonates, sulfates et phosphates alcalins sur l'étude desquels nous reviendrons.

Le résidu charbonneux, recueilli pour sa séparation sur un filtre à vide, est desséché et incinéré comme ci-dessus dans une capsule de porcelaine ; l'incinération est bientôt complète. Les cendres contiennent quelques traces de sels solubles, éliminables par l'eau. Dans le cas du sang total, elles sont en majeure partie formées d'oxyde de fer, de phosphates de calcium, de magnésium, etc., de silice et d'un peu d'alumine. Ces substances, sauf l'oxyde de fer, se retrouvent dans le sérum. Pour 1^{kg} de sang total, nous avons trouvé $1^{g},130$ d'insoluble, tandis que pour 1^{kg} de sérum, nous n'avons eu que $0^{g},450$. La différence est due à l'oxyde de fer, dont la quantité correspond à $0^{g},475$ environ de fer métal par kilogramme de sang.

Sans indiquer en détail les résultats de l'analyse, nous tenons à signaler la présence du *cuivre*, du *manganèse* et du *lithium* dans le sang de cheval, éléments que nos analyses mettent hors de doute. Le cuivre est séparé à l'état de sulfure et la proportion en est de 1^{mg} à 2^{mg} par kilogramme de sérum.

Le manganèse est caractérisé, de la manière la plus évidente, sous forme d'acide permanganique, la proportion par kilogramme en est de quelques centièmes de milligramme seulement. Enfin, le lithium est caractérisé par ses raies rouges $\lambda\, 670^{\mu}$ et $\lambda\, 611^{\mu}$, qui sont obtenues sur les spectrogrammes, en même temps que les raies de Na et de K. Nous employons pour cela la méthode d'entraînement dans la flamme de l'hydrogène que nous avons décrite ailleurs, et qui nous permettra de fixer très approximativement la proportion du Li à celles des deux autres alcalins, déterminables par des dosages directs.

En résumé, la méthode que nous venons de décrire permet d'incinérer, avec le matériel le plus ordinaire, des quantités de matière aussi considérables que l'on veut, ce qui présente de grandes difficultés pratiques par les autres méthodes. A la basse température où elle a lieu, il ne se produit

pas de réaction des substances minérales entre elles, telle que la formation des silicates ou silico-phosphates dans lesquels les éléments existant en petite quantité sont masqués. Enfin, elle est d'une exécution rapide et peu absorbante ; et par elle nous comptons pouvoir rechercher s'il n'existe pas dans le sang d'autres éléments que ceux que nous venons signaler et reconnaître comment ils se localisent et se séparent. Nous l'appliquerons également à l'étude d'autres sangs et, d'une manière générale, à celle des tissus normaux ou pathologiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux éléments catalytiques pour la transformation des combinaisons diazotées.* Note de MM. **A. Korczyński, W. Mroziński** et **W. Vielau**, présentée par M. A. Haller.

La réaction de Sandmeyer n'a pas encore été exactement examinée étant donnée son importance. On s'est surtout trop peu occupé du catalysateur. Hantzsch ([1]) a réussi à saisir à une basse température la combinaison du bromure de diazobenzène avec le bromure de cuivre

$$(Cu^2Br^2)\,C^6H^5N^2Br.CuBr$$

et dans les mêmes conditions Waentig et Thomas ([2]) ont obtenu la combinaison du chlorure de diazobenzène avec le chlorure cuivreux. Le mécanisme de la décomposition de la combinaison diazotée s'explique de la manière suivante :

Le catalysateur, qui est, dans ce cas, le chlorure ou le bromure cuivreux, s'unit à la combinaison diazotée en provoquant la décomposition du chlorure ou du bromure de diazobenzène suivant le schéma suivant :

$$\begin{array}{ccccccccccc} C^6H^5 & & Cl & & C^6H^5 & Cl & & C^6H^5 & Cl & & C^6H^5Cl \\ | & & | & & | & | & & | & | & & \cdots\cdots \\ N\equiv N & + & | & \rightarrow & N = & N & \rightarrow & N = & N & \rightarrow & N^2 \\ | & & | & & | & | & & \cdots & \cdots & & \cdots\cdots \\ Cl & & Cu & & Cl & Cu & & CuCl & & & CuCl \end{array}$$

De semblables combinaisons seraient obtenues par l'introduction d'autres groupes tels que CN, SCN, etc.

Hantzsch ([3]) s'est déjà préoccupé de savoir si le cuivre seul possède une

([1]) *Berichte d. d. chem. Gesellschaft*, t. 33, p. 2544.
([2]) *Berichte d. d. chem. Gesellschaft*, t. 46, p. 3923.
([3]) *Berichte d. d. chem. Gesellschaft*, t. 28, p. 1734.

action spécifique dans cette réaction, et il a examiné les effets des chlorures d'or (Au Cl) et de mercure Hg Cl comme étant, à son avis, des combinaisons analogues au chlorure cuivreux. Il est arrivé à la conclusion que seuls les sels de cuivre peuvent déterminer la réaction de Sandmeyer.

En partant du principe que l'action catalytique serait dans ce cas une fonction du poids atomique, nous avons employé dans nos recherches les sels des métaux dont les poids atomiques diffèrent peu de celui du cuivre, par conséquent les sels de fer, de cobalt, de nickel et de zinc, nous proposant ensuite d'étendre ces recherches sur les corps dont les poids atomiques sont exprimés par des nombres égaux à un multiple entier des poids atomiques des métaux cités plus haut. Nous avons constaté que le cobalt et le nickel ainsi que leurs sels sont aptes à remplacer les sels de cuivre; toutefois l'action de ces corps montre une certaine gradation.

Ainsi, par exemple, le cyanure double de potassium et de nickel détermine facilement la formation des nitriles, à la température de l'eau bouillante, avec un rendement presque égal à celui de cyanure double de potassium et de cuivre. Nous avons ainsi obtenu le benzonitrile, le paratolunitrile et le parabromobenzonitrile; mais nous avons constaté que le cobalt n'est pas apte à donner cette réaction.

Par contre, le cobalt est un médiateur parfait pour la transformation de la combinaison diazotée en rhodanure. Dans ce dernier cas, nous avons réussi à séparer la combinaison double du rhodanure de cobalt et de diazobenzène, analogue aux combinaisons moléculaires du chlorure ou de bromure déjà mentionnées avec les sels de diazobenzène. Ce rhodanure manifeste une stabilité beaucoup plus grande que ces derniers et fournit par suite des résultats plus exacts à l'analyse. On peut expliquer ce phénomène par l'aptitude spéciale que possède le cobalt à former des combinaisons moléculaires. On obtient cette combinaison de la manière suivante :

On dissout une molécule-gramme d'aniline dans une quantité calculée d'acide chlorhydrique dilué, ou la diazote à 0° avec NO^2Na, puis on verse la liqueur dans une solution refroidie d'une molécule-gramme de chlorure de cobalt $CoCl^2$ et de trois molécules-grammes de rhodanure de potassium. La poudre cristalline, d'un vert de malachite, qui se sépare, est recueillie sur filtre, séchée rapidement sur des plaques froides d'argile poreuse et dans l'exsiccateur à 0°.

L'analyse a fourni des chiffres correspondant à la formule

$$[C^6H^5N^2SCN]^2Co[SCN]^2.$$

Le restant du dépôt formé est distillé dans un courant de vapeurs d'eau

et finalement épuisé avec de l'éther. Après dessiccation de la solution éthérée sur du chlorure de calcium et élimination du solvant on obtient le rhodanure qui passe entre 230° et 235°.

Le rhodanobenzène bout à la température de 232°-233° (1).

En employant le sel de cobalt le rendement est meilleur qu'avec le sel de cuivre. On a exécuté la même opération avec le sel de nickel. Le rendement est alors plus petit qu'avec le cuivre; on ne peut non plus saisir la combinaison moléculaire du catalysateur avec le composé diazoté.

La transformation du chlorure et du bromure de diazobenzène en chlorbenzène et en brombenzène a lieu aussi par l'emploi des halogénures de Ni et de Co, bien qu'avec un très faible rendement. Elle se réalise seulement à la température de l'eau bouillante et donne 10 pour 100 de composé halogéné.

On sait que si dans une solution de chlorure du diazobenzéne, nous versons une solution de chlorure de cuivre, c'est-à-dire nous exécutons une opération inverse à la réaction de Sandmeyer, il se forme, à côté du chlorbenzène, du diphényle. Nous avons constaté que dans ces conditions ni le nickel ni le cobalt ne provoquent la formation du diphényle.

Parmi les autres sels métalliques employés dans nos recherches (sels de zinc et de fer) aucun d'eux n'a révélé d'action catalytique.

Toutefois, en employant les sels d'uranium, nous avons obtenu de petites quantités de certains produits, dont nous rendrons compte dans un travail ultérieur. Le fait que les sels d'uranium produisent des actions semblables à celles décrites plus haut nous a conduits à la conclusion, qu'il existe une relation entre le poids atomique du métal et l'activité catalytique de leurs sels.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau colorant indigoïde, le* 5-[*dioxy*-2.4-*pyrimidine*]-2-*indolindigo*. Note de MM. **J. Martinet** et **O. Dornier**, présentée par M. A. Haller.

L'alloxane (I) possède un système de trois doubles liaisons conjuguées croisées. On sait que, si trois atomes consécutifs sont tels qu'à chacun d'eux aboutit une double liaison et une seule, l'ensemble forme un système de doubles liaisons conjuguées croisées. Dans un tel système, la double liaison médiane représente un point particulier de non-saturation; elle a, par suite, une grande aptitude réactionnelle qui se manifeste dans la formation d'hy-

(1) Söderböck, *Annalen d. Chemie*, t. 419, p. 217.

drates et de nombreux composés de condensation à partir de l'alloxane, des éthers mésoxaliques, dicétobutyriques, etc.

Nous avons donc pensé que l'alloxane se condenserait facilement avec l'indoxyle à la manière des isatines. En fait, nous avons obtenu un indigoïde auquel nous attribuons la formule (II), et qui présente des analogies avec les indirubines :

```
          H                                  H
          |                                  |
         N —— C=O                           N —— C=O   O=C——
        /      |                           /      |        |   benzène
O=C  <         C=O                 O=C  <         C ====== C
        \      |                           \      |         \
         N —— C=O                           N —— C=O          N
          |                                  |                |
          H                                  H                H
         (I).                                        (II).
```

Il suffit de projeter dans une solution acétique d'alloxane, chauffée au bain-marie, de la fondue technique d'indoxyle, gracieusement mise à notre disposition par la Compagnie nationale des Matières colorantes. La liqueur se colore en rouge brun, puis en violet, et au bout de quelques minutes de chauffage, se prend en une bouillie cristalline violette, que l'on essore, lave à l'eau chaude et à l'alcool et que l'on peut purifier par sublimation.

MM. Felix et Friedländer (¹) en condensant en milieu anhydride acétique l'anilide de l'isatine avec l'acide barbiturique obtiennent un produit auquel ils attribuent la même formule. Nous avons répété leurs expériences et avons pu constater, comme le faisait prévoir la description donnée par les auteurs, que ces deux corps sont nettement différents.

Le Tableau ci-après permet de se rendre compte de cette différence.

Le produit de condensation de l'alloxane et de l'indoxyle possède donc les caractères d'un colorant indigoïde. Il se présente sous la forme d'aiguilles foncées; sa cuve teint la laine et la soie en héliotrope et a même pour le coton une certaine affinité. Le dérivé sulfoné, qui teint directement la laine et la soie en nuances violettes, possède également une faible affinité pour le coton.

Le produit de condensation de l'anilide de l'isatine avec l'acide barbiturique, au contraire, se présente sous la forme de cristaux transparents. Il ne donne pas de cuve et il nous a été impossible d'obtenir un dérivé sulfoné doué de propriétés tinctoriales.

(¹) A. Felix et P. Friedländer, *Monast. f. Chemie*, 1910, (2), p. 55.

Produit de condensation de l'anilide de l'isatine avec l'acide barbiturique.	Produit de condensation de l'indoxyle avec l'alloxane.
1° *Couleur.* — Cristaux rouge pâle transparents au microscope.	1° *Couleur.* — Aiguilles violettes complètement opaques.
2° *Action de la chaleur.* — Charbonne au-dessus de 300°.	2° *Action de la chaleur.* — Se sublime au-dessus de 300° en aiguilles rouge violacé.
3° *Solubilité.* — Très peu soluble dans les solvants à points d'ébullition élevé, comme le nitrobenzène, le benzoate d'éthyle, en leur communiquant une très légère teinte jaune orangé.	3° *Solubilité.* — Quoique assez peu soluble dans ces solvants leur communique une teinte violette intense.
4° *Action de la potasse.* — La potasse concentrée et froide donne une solution bleu violacé, par chauffage la dissolution du produit s'accélère en colorant la liqueur en jaune vert.	4° *Action de la potasse.* — Très peu soluble même à chaud en colorant la liqueur en jaune vert.
5° *Action de l'ammoniaque.* — Un peu soluble à chaud en rouge violacé, puis jaune rouge.	5° *Action de l'ammoniaque.* — Un peu soluble à chaud en rouge.
6° *Ne donne pas de cuve* avec l'hydrosulfite.	6° *Donne avec une grande facilité une cuve jaune vert.*
7° *Action de l'acide sulfurique.* — Donne une solution rouge violacé qui, étendue d'eau, devient rouge orangé, puis se décolore.	7° *Action de l'acide sulfurique.* — Donne une solution violette qui, étendue d'eau, ne change pas de teinte.
8° *Action de l'acide chlorhydrique.* — Donne une solution cramoisi.	8° *Action de l'acide chlorhydrique.* — Donne une solution bleu violacé.

De ces considérations, il semble donc résulter que c'est au produit de condensation de l'alloxane et de l'indoxyle qu'on doive réserver la formule (II) et il est possible que le produit de MM. Felix et Friedländer réponde à la formule (III) analogue à celle de l'anilide de l'isatine (IV)

(III).

(IV).

En effet, ces deux derniers produits traités par le sulfure d'ammonium, puis réoxydés à l'air, fournissent tous deux de l'indigo.

LITHOLOGIE. — *Nouveaux phénomènes de contact des diabases en Afrique occidentale française.* Note [1] de M. **Henry Hubert.**

Les phénomènes de contact des diabases signalés antérieurement au Fouta-Djalon [2] s'observent aussi dans les régions soudanaises voisines qui sont également caractérisées par d'importants épanchements diabasiques [3]. Au cours de nouvelles missions en Guinée et au Soudan, j'ai eu l'occasion de remarquer d'autres types de contact, en particulier avec les calcaires. On peut les diviser en trois groupes distincts.

I. *Contacts sans production de minéraux indépendants* (type du gisement de la rivière Kiomma, près d'Idia, Guinée française). — A une dizaine de mètres environ du contact, la diabase dont la structure était normale acquiert la faculté de se débiter en prismes, sans que l'ordre de grandeur des cristaux se modifie d'une façon appréciable. Puis, à 5^m du contact, la diabase devient microlitique, en même temps que le délit prismatique s'exagère. L'examen microscopique montre des transformations identiques à celles décrites dans ma Note de 1917.

Quant au calcaire, qui devient très cristallin, il est remarquable par l'abondance de cristaux microscopiques de quartz bipyramidé qu'on y observe.

Ce calcaire est surmonté par des roches rappelant les adinoles du Harz. Elles accusent un enrichissement exceptionnel en silice. Au microscope elles se montrent surtout constituées par une pâte ou des éponges quartzeuses, mais un essai microscopique permet d'y déceler en abondance de la soude. On y trouve en outre un peu d'épidote, et, dans certaines d'entre elles, la trace d'un minéral rhomboédrique disparu, sans doute la dolomite, pseudomorphosée en produits micacés.

Ces adinoles sont à leur tour recouvertes de jaspes zonés contenant un peu d'épidote.

Un contact assez analogue est celui rencontré sur la hauteur située à

---

(1) Séance du 12 juillet 1920.

(2) H. Hubert, *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 434-437.

(3) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 666-668.

2500m de Sélikégny, sur la route de Farako (Haut-Sénégal et Niger). Ici la puissance de la couche calcaire est d'une cinquantaine de mètres. La principale modification est celle subie par cette roche, rendue assez peu cristalline dans sa masse, mais traversée par une série de cassures où se sont développés du quartz, de l'albite, de l'orthose, de l'augite, de l'épidote et un peu de grenat biréfringent.

Le gisement voisin d'Yarkada montre simplement une transformation du calcaire en marbre au contact de la diabase [1].

II. *Contacts avec amas indépendants de magnétite* (type gîte de Siracoro, Haut-Sénégal et Niger). — Schématiquement, le gîte de Siracoro est constitué par une croupe formée par la superposition d'un calcaire sur un grès [2], qui repose lui-même sur des jaspes et des quartzites.

Le principal pointement de diabase se trouve au centre de la croupe et, par suite, au milieu des calcaires, mais la roche éruptive s'observe également au milieu des grès et des jaspes. On ne constate pas d'autre modification lithologique que la transformation des calcaires en marbres (marbres zonés, marbres blancs) et celle des diabases en un type microlitique banal. Par contre, au milieu des grès et des calcaires, parfois au contact même de la diabase, se sont individualisés de puissants amas de magnétite [3]. Il s'est produit ainsi un phénomène assez commun au contact des roches éruptives et des calcaires.

Des phénomènes analogues doivent être fréquents dans la région considérée. Il est vraisemblable que les amas de magnétite de Samantara et de Salaké sont dus à des contacts semblables, comme l'indique le voisinage des diabases et des calcaires, mais ces contacts ne sont pas visibles.

III. *Contacts avec production de silicates* (type gîte de Boudougou, Haut-Sénégal et Niger). — Ce gîte est constitué par une lentille de marbre d'une centaine de mètres de long, incluse au milieu de grès siliceux. Sur toute la

(1) A ce type doivent être rattachés sans doute les gîtes de calcaires très cristallins, avec développement exceptionnel de silice (calcédoine, jaspe, quartz bipyramidé), qui sont distants parfois de plusieurs kilomètres des affleurements de diabase, mais qui ont dû être antérieurement en contact avec celles-ci : Digui, Toukoto, Yélimané, Dinguira. Dans ces deux derniers gîtes, on trouve de puissants filons de barytine.

(2) Sur ces grès se sont déposés localement des travertins.

(3) Celle-ci est tantôt compacte, tantôt scoriacée, et, dans ce dernier cas, parfois imprégnée de calcédoine.

partie visible en projection horizontale, cette lentille est entourée par la diabase.

Les transformations observées sont les suivantes :

a. Au milieu des grès, individualisation de filonnets de calcite dans les cassures; transformation locale de la roche en quartzite feldspathique;

b. Aux dépens du calcaire, transformation en marbre;

c. Aux dépens de la diabase, passage à un type microlitique, avec individualisation de la roche aplitique de différenciation décrite antérieurement.

En outre, dans les fentes des calcaires, il y a eu formation de grenatite, souvent en blocs très volumineux. Parfois aussi il y a eu individualisation de minéraux en gros éléments : prehnite, en masses mamelonnées de plusieurs kilogrammes; grossulaire et mélanite (celui-ci rare), avec les faces a^2, b^1; épidote (faces p, a^1, h^1, e^1, m, $b^{\frac{1}{2}}$, avec m dominant); calcédoine et quartz.

A Doualé, on trouve plusieurs gîtes analogues; dans le plus important d'entre eux le calcaire fait défaut, mais tout porte à croire qu'il a été enlevé par l'érosion. A signaler aussi en ce point entre les diabases et les aplites la présence d'un chloritochiste à pyroxène (avec clinochlore pauvre en fer).

A Sibindi, on observe à partir des diabases des auréoles successives, d'abord de pegmatite et d'aplite, puis de diabase et de calcaire, enfin de marbre et de grenat. Les mêmes minéraux qu'à Bendougou se rencontrent en abondance.

Il résulte des observations précédentes que les modifications de contact dues à des diabases sont, dans certaines parties de l'Afrique occidentale, beaucoup plus fréquents que partout ailleurs, et qu'il peut se produire, du fait de ces contacts, des minéraux analogues à ceux qu'on rencontre dans les contacts de roches acides.

BOTANIQUE. — *Sur une petite Algue verte aérophile* (Prasiola leprosa *Kütz*). Note [1] de M. A. DE PUYMALY, présentée par M. L. Mangin.

J.-B. Petersen [2] a décrit, sous le nom de *Pleurococcus calcarius* n. sp., une petite Algue verte du Danemark, que j'ai maintes fois rencontrée dans

(1) Séance du 12 juillet 1920.

(2) J.-B. PETERSEN, *Studier over Danske aërofile Alger* (*D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 7 Roekke, naturv. og mathem. Afd.*, t. 12, 1915, n° 7).

les environs de Bordeaux. Ici, ses stations sont les mêmes qu'en Danemark : elle forme, sur roches calcaires et dans des endroits ombreux, une sorte d'enduit crustacé, vert très foncé, bien différent des revêtements poudreux d'un vert clair jaunâtre, offerts habituellement par les *Protococcus*. Je dis *Protococcus* et non *Pleurococcus*, car, Wille ayant établi l'identité du *Pleurococcus vulgaris* des auteurs modernes et du *Protococcus viridis* authentique de l'herbier Agardh, le nom de *Pleurococcus* doit être abandonné et l'Algue nouvelle décrite par Petersen devrait être dénommée *Protococcus calcarius*. Toutefois, comme la présente Note va le montrer, cette intéressante espèce est, en réalité, un *Prasiola*.

Sans doute, au premier abord, ses agrégats paucicellulaires, par leur disposition, rappellent à s'y méprendre ceux d'un *Protococcus;* mais leurs cellules possèdent un grand chromatophore médian, multilobé-étoilé, d'un *vert intense*, pourvu d'un gros pyrénoïde central *très apparent, même sur le vivant;* de plus, le contenu de bon nombre d'entre elles est divisé en corpuscules arrondis, qui sont des aplanospores. Ces caractères cytologiques et cette fréquence d'aplanospores laissent déjà penser que la plante n'est pas un *Protococcus*. Au sein de ces matériaux protococcoïdes, en effet, j'ai rencontré de petits thalles membraneux entiers, dont les cellules offraient exactement la même structure. Il s'agissait donc d'un *Prasiola*. Petersen, d'ailleurs, a hésité avant d'établir son *Pl. calcarius :* « Il n'est pas tout à fait impossible, dit-il, que l'espèce sus mentionnée soit identique aux acinètes de multiplication du *Prasiola crispa*.... Cependant, ajoute l'auteur, je n'ai jamais pu observer la moindre apparence d'une formation de filaments chez *Pl. calcarius*... ». Or, parmi les nombreux échantillons que j'ai examinés, j'ai bien trouvé quelques rudiments de filaments (composés de 3 ou 4 cellules), mais si rares que je les interprète comme des malformations. La plante n'en appartient pas moins au genre *Prasiola*. Dans ce genre, en effet, comme Imhäuser [1] l'a démontré, le stade filamenteux du début du développement n'a pas chez toutes les espèces la même importance : chez *Pr. furfuracea* (Fl. dan.) Menegh., par exemple, il peut être réduit à 2 ou 3 cellules; chez le *Prasiola leprosa* Kütz, étudié par Wille [2], il est exceptionnel et toujours rudimentaire,

---

[1] L. Imhäuser, *Entwicklungsgeschichte und Formenkreis* von Prasiola (*Flora*, vol. 72, 1889, p. 233-290, pl. X-XIII).

[2] N. Wille, *Algologische Untersuchungen an der biologischen Station in Drontheim :* I. *Ueber die Entwicklung* von Prasiola furfuracea (*Fl. dan.*) *Menegh.* (*Det Kgl. norske Vidensk. Selsk. Skrifter*, 1906, n° 3).

les cellules reproductrices formant d'emblée un thalle membraneux. C'est également le cas de la plante que j'ai observée.

Par suite de la gélification des lamelles moyennes riches en matières pectiques, on trouve, en toutes saisons, de nombreux thalles décomposés en groupes paucicellulaires (le plus souvent formés de 2 à 4 cellules). On ne peut donc attribuer une telle dissociation à des causes intrinsèques, parmi lesquelles la sporogenèse joue un rôle prédominant. Les spores, en effet, toujours absentes dans les thalles entiers, ne se présentent que dans les cellules provenant de sa dissociation; toutes celles-ci paraissent capables de produire des spores. Si quelques-unes d'entre elles se comportent en acinètes et reproduisent la plante par voie végétative, je tiens ce dernier mode de reproduction comme secondaire, dérivé, à cause de la grande fréquence des aplanospores [1]. Je considère, il est vrai, comme telles la plupart des cellules isolées, plus ou moins ellipsoïdales et à membrane mince. On rencontre, en effet, trois catégories de cellules isolées: les plus petites, étant données leurs faibles dimensions (5 à 6 μ sur 3 à 4 μ) et la ténuité de leur membrane, représentent sans aucun doute de jeunes aplanospores. Les cellules isolées de taille plus grande sont plus difficiles à interpréter. Certaines, contenant parfois des aplanospores, sont évidemment des cellules provenant de la dissociation des thalles âgés; mais le plus grand nombre ressemblent aux plus petites cellules citées précédemment et dont elles ne paraissent constituer que des stades plus âgés, plus développés. Wille, d'ailleurs, au sujet de la croissance des aplanospores, s'exprime ainsi : « Finalement, elles (aplanospores) prenaient les mêmes dimensions et le même aspect que les acinètes... ». Il est donc fort probable que dans beaucoup de cas où les auteurs ont parlé d'acinètes ils ont eu sous les yeux des aplanospores ayant subi un commencement de croissance. Chez cette Algue, par conséquent, la reproduction par aplanospores constitue, à mon avis, le mode de reproduction normal.

Par l'ensemble de ses caractères, la plante en question correspond au *Pr. leprosa* Kütz. de Jessen [2] et de Rabenhorst [3], qui n'aurait été

---

(1) Chez *Pr. mexicana* β *quitensis*, de Lagerheim [*Ueber die Fortpflanzung* von Prasiola (*Ag.*) *Menegh.* (*Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.*, t. 10, 1892, p. 366-374, pl. XX)] a constaté que les aplanospores étaient également beaucoup plus abondantes que les acinètes.

(2) C. Jessen, *Prasiolæ generis algarum monographia* (*Diss. inaug.*, Kiliæ, 1848).

(3) L. Rabenhorst, *Flora europæa algarum aquæ dulcis et submarinæ* (sect. III, Lipsiæ, 1868, p. 309).

observé en France que par Lenormand et de Brébisson, dans les environs de Falaise. Or, cette espèce, étant assez commune aux alentours de Bordeaux, se trouve vraisemblablement dans d'autres régions de la France, mais son habitat la dissimule aux regards non particulièrement attentifs et ses groupes protococcoïdes, toujours présents, ont dû, dans nombre de cas, la faire prendre pour un *Protococcus*, d'autant plus que les thalles entiers sont microscopiques et généralement clairsemés.

La plupart des auteurs modernes confondent *Pr. leprosa* Kütz. et *Pr. furfuracea* (Fl. dan.) Menegh. Or, mes spécimens de *Pr. leprosa*, comparés aux *Pr. furfuracea* distribués par Desmazières (*Crypt. de France*, 2, fasc. 7, 1856, n° 304) en diffèrent par les caractères suivants : (*a*) le thalle, dépourvu d'un véritable stipe [1] comparable à celui du *Pr. furfuracea*, a une polarité moins marquée et un contour plus irrégulier, limité par une marge membraneuse moins épaisse; (*b*) au lieu d'être subdivisé en aréoles par des cloisons plus ou moins épaisses, il offre habituellement des membranes, de même épaisseur, délimitant des cellules distribuées sans ordre ou suivant des lignes divergeant vers le bord supérieur, finement émarginé; (*c*) enfin, ses dimensions (longueur et largeur) se sont montrées toujours inférieures à 200 μ, par conséquent bien plus petites que celles du *Pr. furfuracea*, qui mesure couramment 1^{mm} à 2^{mm} en tous sens.

Il semble difficile de considérer *Pr. leprosa* comme un état jeune de *Pr. furfuracea* : on comprendrait mal qu'un thalle à constitution très régulière, comme celui de *Pr. furfuracea*, eût pour stade de jeunesse un thalle de forme et de structure beaucoup moins régulières ou même tout à fait irrégulières. L'inverse serait plutôt admissible. En outre, si, dans certaines stations, ces deux *Prasiola* se trouvent, comme Imhäuser le déclare, intimement mélangés, je n'ai jamais observé, pour ma part, un tel mélange.

CYTOLOGIE. — *Sur les Œnocytoïdes et les Tératocytes.*

Note de M. A. **Paillot**, présentée par M. P. Marchal.

Dans une Note [2] sur la « cytologie du sang des chenilles de Macrolépidoptères », nous avons décrit et nommé les deux types d'éléments les plus importants : les Micronucléocytes et les Macronucléocytes; en ce qui

---

(1) Les dessins de Wille (*loc. cit.*) également n'en font pas mention.

(2) *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 202.

concerne les autres éléments du sang, nous avons adopté la nomenclature courante ; mais ainsi que Hollande vient de le relever dans une Note récente à l'Académie (1), nous avons assimilé à tort les Œnocytoïdes, nommés par Poyarkoff, aux Œnocytes de Wielowievski. Pour les raisons données par Hollande, Œnocytes et Œnocytoïdes constituent bien deux catégories distinctes d'éléments; les derniers seuls se trouvent dans le sang circulant.

En ce qui concerne les Tératocytes, Hollande dit que ces cellules anormales trouvées par lui dans le sang de chenilles parasitées par les Microgasters « ont peut-être été déjà vues par quelques auteurs, mais elles n'ont été encore ni décrites, ni étudiées ». Or, dans une Note à la Société de Biologie sur « *Perezia legeri* nov. sp. Microsporidie nouvelle parasite des chenilles de *Pieris brassicæ* », nous avons décrit assez longuement ces éléments, à l'état frais et après coloration. Nous avons émis l'hypothèse que ces cellules géantes, auxquelles nous n'avons pas cru devoir donner un nom particulier, représentaient un stade hypertrophié de certains éléments du sang. « Peut-être, disions-nous, y a-t-il un rapport entre elles et les larves d'*Apanteles* » et cette opinion nous avait été suggérée par M. Marchal qui avait déjà eu l'occasion d'observer l'existence de cellules géantes dans le sang d'Insectes parasités. Nous n'avons pu reprendre en détail l'étude de l'origine de ces cellules géantes que nous avons rencontrées depuis dans le sang d'autres chenilles parasitées, les Vers gris en particulier, mais nous persistons à croire qu'elles résultent de l'hypertrophie d'éléments du sang, peut-être des Macronucléocytes.

CYTOLOGIE. — *Caractères atypiques dans la mitose somatique chez* Corethra plumicornis. Note de M. **Armand Dehorne**, présentée par M. Yves Delage.

Une description des principaux stades de la mitose somatique chez ce Diptère a déjà été faite par moi l'an dernier (2). J'effectuais alors mes recherches sur des larves montées *in toto*, procédé qui avait permis d'établir avec le maximum de certitude le nombre des chromosomes qui est trois. De nouvelles observations, entreprises cette fois sur des coupes, complètent cette première étude.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 1431.

(2) *Archives de Zoologie expérimentale*, 1919 (Notes et Revue), t. 58. Voir, en outre, *Association française pour l'avancement des Sciences* (Compte rendu de la 43e session, Le Havre, 1914).

Les mitoses observées se trouvent dans les disques imaginaux de l'abdomen larvaire, dans les tissus ovariens et dans les conduits génitaux en pleine croissance.

Au début de la prophase, les cordons spirématеux sont d'abord grêles et fort contournés et l'on ne distingue aucune trace de fente selon leur longueur; à ce stade leur numération exacte n'est pas encore possible. Ils se raccourcissent en s'épaississant, mais toujours sans montrer d'indice de dualité dans leur constitution, et deviennent bientôt des rubans en forme d'anses aux branches d'égale importance, pareillement développés à l'intérieur du sphéroïde nucléaire. On peut alors établir leur nombre; ils sont trois. Leur structure n'est pas homogène à proprement parler; ils donnent plutôt l'impression de nattes ou de bandes réticulaires dont le réticulum extrêmement fin serait très serré, ou bien encore celle de cordes légèrement détordues ou gonflées par endroits. Ils rappellent ainsi curieusement certains aspects d'anses pachytènes. Puis le raccourcissement fait apparaître une fente longitudinale irrégulière et les rubans précédents forment maintenant trois anses trapues orientées de telle sorte que les extrémités libres siègent du même côté du noyau. Des deux extrémités de chaque anse, l'une présente assez souvent un aspect particulier; elle est entaillée profondément de manière à constituer une sorte de fourche à fortes dents plus ou moins recourbées. Je n'avais pas encore rencontré cette particularité dans les chromosomes somatiques des autres espèces, mais elle a été décrite dans les anses pachytènes des spermatocytes I de *Tomopteris*, *Sabellaria*, etc.

Bientôt les limites du noyau disparaissent et en même temps s'organise le fuseau. Or, pendant la mise au fuseau, les anses subissent une suite de contractions qui ont pour résultat d'approfondir la fente longitudinale de façon inattendue. En effet, chaque anse raccourcie et fendue se transforme en ce moment en une paire de chromosomes nettement séparés l'un de l'autre. Or, nous ne sommes encore que tout au début de la métaphase et pourtant nous avons déjà, non pas trois anses simplement clivées, ce qui serait le cas si *Corethra* répondait en ce point au schéma, mais bel et bien six chromosomes parfaitement individualisés. Ceux-ci sont simplement disposés par paires, où ils sont parallèles et jamais croisés l'un sur l'autre.

Un tel début dans la métaphase est tout à fait exceptionnel. Devons-nous considérer l'apparition des paires simplement comme une anticipation particulière de la division longitudinale ?

Il ne semble pas possible de le faire; car cette disposition est de courte durée. En effet, les chromosomes de chaque paire, fait singulier, se rapprochent ensuite étroitement en perdant encore de leur longueur; finalement, l'écart qui les sépare s'annule. La plaque équatoriale est alors formée de trois masses chromatiques en forme de tête de flèche où la fente longitudinale ne se reconnaît même plus.

L'anaphase commence dans ces conditions et l'on s'attendrait à ce qu'elle comportât la présence de trois chromosomes simples de part et d'autre du plan équatorial. Il en va autrement. En effet, dès le décollement des moitiés, ces dernières commencent à se cliver; de sorte que, pendant l'achèvement de l'anaphase, on trouve, en réalité, trois paires d'anses du côté de chaque pôle. Cette anaphase est donc également atypique et sa singularité est du même ordre que celle de la métaphase précédemment décrite.

Enfin, l'étude de la télophase, assez difficile sur ce matériel, montre qu'au moment de la reconstitution des noyaux fils, les petites anses de chaque paire ne restent pas individualisées; elles fusionnent, si bien que chaque paire anaphasique entrant au repos se comporte comme un chromosome unique soumis aux conditions d'alvéolisation et peut-être de liquéfaction partielle ordinaires à ce stade.

Des faits semblables à ceux que je viens d'étudier ont été signalés dans la mitose somatique chez diverses espèces de *Drosophila*, du moins en ce qui concerne la métaphase. Chez ces Diptères, le noyau comprend des autosomes, des microsomes et des hétérochromosomes, catégories qu'on ne rencontre pas chez *Corethra*. En outre, l'apparition de paires de chromosomes au début de la métaphase est un peu plus précoce et l'écartement de ces derniers dans chaque paire est plus prononcé que chez *Corethra*.

En résumé, dans la mitose somatique *Corethra*, si l'on pratique les numérations de chromosomes à la prophase et à la fin de la métaphase, on compte trois; si on le fait au début de la métaphase et à l'anaphase, on compte six. Pareil fait ne se produit dans les matériels bien connus : Ascaris, Salamandre, Oignon; et le schéma classique ne permettait pas de prévoir une telle particularité, peut-être répandue. La numération des chromosomes est donc une chose plus délicate encore qu'on le croyait.

En outre, les trois chromosomes spirémateux de la prophase rappellent à plus d'un titre les anses pachytènes des cytes I du type ordinaire. Enfin, la présence de paires au début de la métaphase et surtout pendant l'anaphase sont des manifestations qu'on croyait devoir appartenir en propre

à la mitose hétérotypique; la mitose somatique de *Corethra* se rapproche ainsi par quelques côtés de cette dernière. Peut-être les caractères atypiques que révèle l'étude de la mitose somatique chez quelques Diptères sera-t-elle de nature à modifier certaines notions aujourd'hui reçues concernant l'existence du chromosome.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence du cuivre dans les plantes et particulièrement dans les matières alimentaires d'origine végétale.* Note de M. **B. Guérithault**, présentée par M. L. Maquenne.

En 1911 j'ai fait connaître les résultats que j'avais obtenus dans la recherche et le dosage du cuivre chez les végétaux ([1]). Ce sujet faisait partie d'un programme d'études sur les infiniment petits chimiques tracé par M. G. Bertrand depuis ses belles recherches sur le manganèse. La question du cuivre a depuis longtemps attiré l'attention des analystes. Bien que plusieurs savants se soient occupés de la recherche du cuivre chez les êtres vivants ([2]), je consigne dans cette Note les résultats acquis par moi-même; ils tirent une part de leur intérêt dans le soin minutieux que j'ai mis à les obtenir.

J'ai suivi pour cela la méthode classique, consistant en : incinération, traitement des cendres par l'acide chlorhydrique, séparation du cuivre sous forme de sulfure, transformation du sulfure en nitrate, électrolyse et enfin dosage du cuivre par pesée directe ou par colorimétrie, après addition d'ammoniaque à sa solution nitrique.

J'ai opéré sur une quantité de substance variant entre 200^{g} et 1^{kg}; l'incinération était faite dans un four à moufle chauffé au charbon de bois. Avant l'épuisement les cendres étaient traitées d'abord par l'acide chlorhydrique au demi, évaporées à sec, reprises par l'acide chlorhydrique pur et évaporées à sec de nouveau. Ces évaporations étaient faites à l'aide d'un bain-marie spécial en aluminium, avec rondelles en porcelaine.

Cette méthode exige des manipulations très longues, mais son exacti-

---

([1]) *Bull. des Sciences pharmacologiques*, novembre 1911.

([2]) Maquenne et Demoussy, *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 87. — Fleurent et Lévi, *Bull. Soc. chim. de France*, t. 27, 1920, p. 440 et 441.

tude est très grande; le Tableau ci-après résume une série des résultats obtenus [1].

	Matière sèche pour 100.	Cendres pour 100 de matière fraîche.	Cuivre pour 100 de cendres.	Cuivre par kilog. de matière sèche.	Cuivre par kilog. de matière fraîche.
			mg	mg	mg
Oseille (feuilles)	8,7	1,17	20,7	27,5	2,4
Epinards »	9,8	2,02	9,0	18,3	1,8
Laitue »	5,5	1,11	18,0	36,3	2,0
Carottes (racines)	12,5	1,21	18,0	17,6	2,2
Navets »	10,1	0,98	36	29,7	3,0
Radis »	7,2	1,15	33	52,7	3,8
Salsifis »	14,1	0,83	19,2	22,6	3,2
Poireaux »	11	0,92	27,5	22,7	2,5
Betterave »	13	1,20	26,6	24,5	3,2
Cresson (feuilles et tiges)	8,2	1,42	10,7	18,1	1,5
Poireaux (feuilles)	9,2	1,00	50	54,3	5,0
Céleri »	9,1	1,28	15,6	21,9	2,0
Oignon (bulbe)	12,5	0,75	36	23,2	2,9
Pommes de terre (tubercule)	24,5	1,20	15	7,7	1,9
Cornichon (fruit)	5,3	1,25	22	52,8	2,8
Concombre »	4,6	0,54	42	50	2,3
Haricots verts	11,15	0,83	21,6	16,3	1,8
Potiron (fruit)	10,05	0,86	12	10,9	1,1
Tomate »	6,2	0,59	33	32,1	2,0
Pommes »	16,12	0,52	11,5	7,4	1,2
Poires »	17,0	0,56	19,6	12,9	2,2
Cerises »	10,2	0,62	25,8	15,6	1,6
Raisins »	12,1	0,54	22,2	9,9	1,2
Oranges »	14,1	0,61	50	21,9	3,1
Olives »	33,4	1,56	17	8,3	2,8
Bananes »	25,1	0,94	23,4	8,7	2,2
Dattes »	78,1	1,77	13,5	3,0	2,4
Châtaignes »	62,2	3,12	10,2	5,1	3,2
Lentilles (graines)	"	2,68	24,6	"	6,6
Haricots »	"	3,92	25,4	"	10,0
Pois »	"	4,29	16,9	"	7,2
Soja »	"	5,20	17,3	"	9,0
Froment »	"	4	18	"	7,2

[1] Les produits analysés provenaient du marché parisien. Pour certaines substances, comme les graines, qui ne renferment plus que leur humidité hygrométrique naturelle et sont pratiquement considérées comme sèches, on n'a pas dosé l'eau; les chiffres se rapportent alors à 1^{kg} de matière telle qu'elle est livrée à la consommation.

	Matière sèche pour 100.	Cendres pour 100 de matière fraîche.	Cuivre pour 100 de cendres.	Cuivre par kilog. de matière sèche.	Cuivre par kilog. de matière fraîche.
			mg	mg	mg
Seigle (graines)	"	3,89	19,3	"	7,5
Orge »	"	4,45	14,6	"	6,5
Avoine »	"	7,71	22,2	"	17,1
Maïs »	"	5,73	12,3	"	6,8
Riz décortiqué	"	5,00	12,8	"	6,4
Cresson (graines)	"	8,66	13	"	11,3
Radis »	"	6,83	8,7	"	6
Noix (amandes)	"	1,78	62,8	"	11,2
Noisettes »	"	2,67	44,9	"	12
Amandes douces	"	2,20	63,6	"	14
Amandes amères	"	2,36	55,0	"	13

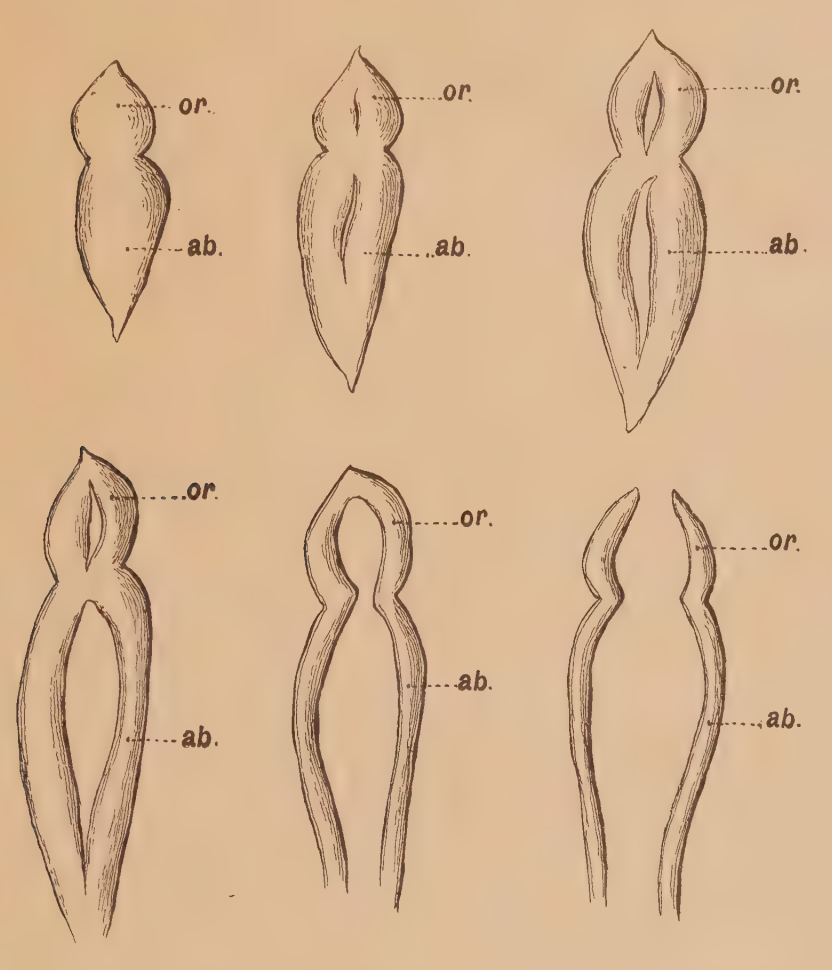
Ce Tableau confirme et étend les données que j'avais précédemment établies. Le cuivre est un élément constant des substances alimentaires d'origine végétale et sans doute de tous les végétaux, comme l'ont récemment montré MM. Maquenne et Demoussy. Les proportions, dans mes expériences, oscillent de $8^{mg},7$ à $63^{mg},6$ pour 100^{g} de cendres et de $1^{mg},1$ à $17^{mg},1$ par kilogramme de matière fraîche. Les graines se sont montrées particulièrement riches en cuivre.

Je me propose de montrer quelles conséquences ces faits présentent au point de vue de la teneur en cuivre des organismes animaux et au point de vue du rôle biochimique du cuivre.

EMBRYOGÉNIE. — *Les dernières phases du développement des organes endodermiques métamérisés de la larve des Anthozoaires et l'achèvement du pharynx.* Note de M. **Armand Krempf**, présentée par M. Yves Delage.

Les massifs épithéliaux métamérisés de la larve de *Pocillopora cespitosa*, dont j'ai fait connaître le mode de formation à l'intérieur de l'*Archenteron* encore complètement clos et dont j'ai pu fixer l'origine à partir d'éléments indifférenciés de l'endoderme archentérique, vont par leur développement donner naissance au pharynx et à ses dépendances. Chez la forme que j'étudie plus particulièrement ici, ils évoluent avec assez de lenteur pour qu'il soit possible de saisir et d'analyser les phases successives de leurs transformations.

De très bonne heure chacune de ces ébauches endodermiques différenciées se trouve partagée par un plan perpendiculaire à l'axe oro-aboral de l'embryon, en deux portions que, par suite de leur situation respective par rapport aux deux pôles de la larve, nous nommerons *orale* et *aborale*. Disons que la portion orale de chacune



Évolution individuelle de l'ébauche segmentaire de nature endodermique désignée dans cette Note sous le nom d'Entérotoxelle. Ces organes embryonnaires, répétés métamériquement dans chacun des segments α, β, γ, donnent naissance au pharynx par leur portion orale, *or*, et aux entéroïdes par leur portion aborale, *ab*.

de ces formations est sensiblement moins développée que sa portion aborale; en outre le point de jonction de ces deux régions anatomiques se trouve marqué par un étranglement réalisant un col qui restera perceptible pendant presque toute la durée de l'évolution de ces organes embryonnaires.

La présence de ce dernier détail de structure achève de conférer à l'ensemble de

cette entité organique une physionomie originale que reproduisent les figures ci-jointes.

Nous nous trouvons donc en présence d'une série de formations endodermiques impaires, médianes, répondant à chacun des foyers d'activité des segments α, β, γ.

Chacune de ces formations va subir le sort réservé à tous les organes impairs et médians de la larve : elle va se cliver dans le plan dorso-ventral. De ce clivage résulte son dédoublement : la figure ci-contre en représente les stades successifs. Avant que le dédoublement de cette formation ne soit achevé elle passe par une phase dont la durée est particulièrement longue et pendant laquelle elle réalise la forme d'un arceau encore pourvu d'un étranglement sensible au niveau de la séparation de sa portion orale et de sa portion aborale. Enfin dans un dernier stade qui répond à la période de l'extention dorsale de la fente buccale, ultime conséquence du clivage dorso-ventral, cet arceau se trouve lui-même rompu à sa clef de voûte; de ce fait il se scinde en deux éléments latéraux droit et gauche dont l'avenir va désormais se trouver lié à celui des cloisons qui leur correspondent et au bord libre desquelles ils sont soudés.

Je propose de reconnaître par le terme d'Entéroxelle (τοξον arc) la remarquable individualité de cette formation dont la découverte éclaire d'un jour tout nouveau l'origine et la morphologie du système entéroïdo-pharyngien des Anthozoaires. Cette notion anatomique est applicable aux autres Cœlentérés supérieurs en particulier aux Cténophores : j'en fournirai prochainement la preuve en étudiant l'embryogénie d'une espèce nouvelle du genre *Cœloplana*.

Grâce à la connaissance que nous possédons maintenant de l'entité que je viens de présenter sous le nom d'*Entérotoxelle*, il devient possible de faire comprendre en quelques mots la formation du pharynx chez les Anthozoaires. Il me suffira de rappeler que chacun des foyers d'activité de la larve, α dorsal, α ventral, β dorsal et plus tard γ dorsal, présente une entérotoxelle conforme au type anatomique et évolutif précédemment décrit; que ces formations intéressées par le fléchissement ventral, par l'édification corrélative de la gibbosité dorsale et enfin par la concrescence oro-dorsale, se trouvent à la faveur de ce dernier phénomène rapprochées les unes des autres sur la génératrice dorsale de la larve, comme chacun des éléments métamériques alpha, bêta, gamma, constituant le scyphostrobile hexacorallien. Ce rapprochement ayant mis en contact par leur portion orale, chacune des entérotoxelles, celles-ci se soudent l'une à l'autre par cette même portion orale, dans l'ordre métamérique de leur formation. C'est à ce moment qu'avant d'ouvrir la fente buccale, dernière manifestation de son activité, le clivage dorso-ventral intervient pour former la lumière du pharynx en fendant, suivant leur plan médian dorso-ventral, les clefs de voûte, jusqu'ici respectées, des portions orales des entérotoxelles métamériquement fusionnées suivant la génératrice oro-dorsale de la larve.

Ainsi, la large lumière du tube pharyngien se trouve bien limitée par un épithélium endodermique : venu de la profondeur de l'*Archenteron* après avoir parcouru les différentes étapes que nous avons décrites, il représente l'ensemble concrescent des portions orales des entérotoxelles α dorsal, α ventral, β dorsal, γ dorsal.

Quand à la portion aborale de ces mêmes organes embryonnaires elle ne participe pas à la fusion qui englobe toutes leurs portions orales en un organe unique; elle

conserve sa personnalité et demeure en quelque sorte flottante dans la cavité gastrovasculaire comme un long cordonnet simplement rattaché par une de ses génératrices au bord libre de la cloison musculaire qui lui correspond et dont elle constitue l'entéroïde.

En résumé, on voit que chez les Anthozoaires le complexe entéroïdo-pharyngien tout entier, considéré jusqu'ici comme d'origine ectodermique, doit sa formation à la synthèse oro-dorsale des individualités architectoniques fondamentales que j'ai désignées sous le nom d'*Entérotoxelles* et que nous avons vu se développer, à partir d'ébauches endodermiques disposées comme tous les organes périodiques de l'embryon des Anthozoaires, en série métamérique oro-aborale.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *La palisporogenèse ou sporogenèse itérative, mode de reproduction spécial à certains Flagellés parasites. Son déterminisme.* Note de M. **Edouard Chatton**, présentée par M. Yves Delage.

J'appelle *palisporogenèse* ou *sporogenèse itérative* un mode de reproduction que j'ai fait connaître (1906-1907) chez divers Péridiniens parasites des Copépodes pélagiques et des Appendiculaires. V. Dogiel (1906-1908) l'a observé chez les *Haplozoon*, autres Péridiniens parasites des Annélides, et il se retrouve, quelque peu modifié, chez des parasites des Crustacés, à affinités encore obscures, mais certainement du groupe des Flagellés, les *Ellobiopsidæ*, étudiés par Caullery (1910), Coutière (1911), et B. Collin (1913).

Chez les Protistes, d'une manière très générale, l'individu végétatif, le trophozoïte, qu'il se multiplie par simple scissiparité (tomogonie), ou par schizogonie, produit des éléments tous morphologiquement semblables et génétiquement équivalents, homodynames.

Chez les formes palisporogénétiques, le trophozoïte, arrivé à sa taille limite, se scinde en deux éléments hétérodynames : l'un continue de s'accroître et de se nourrir (trophocyte I), l'autre (gonocyte I) formé, par une série de scissions cytoplasmiques et nucléaires précipitées, un grand nombre de sporocytes qui évacués dans le milieu extérieur servent à l'expansion du parasite. Le trophocyte I, revenu à sa taille maxima, se scinde une seconde fois en un nouveau trophocyte (T. II) et un nouveau gonocyte (G. II), qui donne une nouvelle poussée sporale. Le phénomène se répète ainsi périodiquement. L'existence du trophocyte et son fonctionnement palisporogénétique, théoriquement indéfinis, n'ont en fait d'autre limite

que la capacité de l'hôte à subir cette exploitation d'ailleurs très ménagée. J'ai pu établir que *Blastodinium crassum*, à Banyuls, en été, sporule ainsi une fois par 24 heures pendant la nuit.

Intéressante du point de vue parasitisme, la palisporogenèse l'est aussi du point de vue de la dynamique cellulaire : pourquoi des organismes appartenant au groupe des Péridiniens, où l'on ne connaît chez les formes libres qu'une scissiparité simple ou une sporogenèse à produits homodynames, montrent-ils une hétérodynamie aussi accentuée ? La palisporogenèse étant propre aux parasites, il est certain qu'elle est conditionnée par le parasitisme. La question qui se pose est de savoir si cette hétérodynamie, qui se manifeste aussitôt le clivage effectué, est déterminée avant ce clivage par une hétérogénéité bipolaire du cytoplasme du trophocyte indivis, ou si elle est la conséquence de conditions différentes dans lesquelles les deux moitiés du trophocyte se trouveraient du fait de ce clivage. Y a-t-il bipolarité préétablie ou influence exclusive d'une cause actuelle ?

Lorsqu'on extrait de l'intestin de son hôte le trophocyte d'un *Blastodinium*, ou lorsqu'on détache celui d'un *Apodinium* du tégument auquel il est fixé, on voit ce trophocyte subir un premier clivage normal. Mais, au deuxième clivage du gonocyte correspond un deuxième clivage du nouveau trophocyte. Il en est de même pour les clivages successifs. Soustraits aux conditions de leur existence parasitaire, trophocyte et gonocyte se segmentent symétriquement, ils se montrent homodynames jusqu'à la formation des sporocytes et des dinospores.

Quelles sont donc les conditions qui, dans l'hôte, déterminent l'hétérodynamie ? Elles sont particulièrement faciles à analyser chez les parasites tégumentaires ou intestinaux fixés à leur hôte par des rhizoïdes absorbants. Le plan de clivage y est normal à l'axe de fixation. Il sépare donc une cellule proximale qui reste en rapport avec l'hôte et continue de se nourrir, et une cellule distale qui, privée de ses nutriments, ne peut que s'enkyster, sporuler ou dégénérer. En fait elle sporule toujours.

Le cas des *Blastodinium*, parasites intestinaux sans rhizoïdes, non fixés à l'hôte et à absorption uniforme, semblerait exclure pareille interprétation. Cependant la situation très particulière du parasite dans l'intestin du Copépode place les deux cellules résultant du premier clivage dans des conditions trophiques très inégales. Il s'y trouve comme un projectile dans l'âme d'un canon, obstruant le tube digestif de telle façon que l'élément postérieur est privé d'une partie de ses nutriments et se segmente. Dans les onze espèces de *Blastodinium* que j'ai fait connaître, c'est toujours la cellule antérieure qui est le trophocyte. Autre fait : chez certains *Blastodinium*, le trophocyte effectue toujours quelques divisions à produits hétérodynames. Il en résulte plusieurs trophocytes, donc plusieurs parasites dans le même hôte. Ce sont des espèces grégaires ; d'autres sont toujours solitaires. Or, ce sont les espèces de petit calibre, qui n'obstruent qu'incomplètement l'intestin de l'hôte, qui sont grégaires, les grosses étant toujours solitaires.

En somme c'est l'inanition qui détermine la sporulation, aussi bien dans le trophocyte artificiellement séparé de l'hôte que dans le gonocyte. Les *Oodinium* parasites tégumentaires des Appendiculaires nous en fournissent encore une saisissante confirmation. Ils tirent leur aliment de l'hôte par une riche arborisation de rhizoïdes. Mais ils s'en détachent toujours au maximum de leur croissance. Aussitôt détachés ils sporulent, d'une manière homodyname.

Cette analyse de la palisporogenèse, qui ne fait point intervenir l'état unicellulaire ou pluricellulaire des organismes, est valable aussi pour les *Ellobiopsidæ*, dont le plasmode se scinde en articles (trophomère, gonomères) par clivages perpendiculaires à l'axe de fixation, et même à *Neresheimeria* que j'ai étudiée dans une précédente Note, tous organismes à polarité trophique.

Le fait que, seuls parmi les Rhizoflagellés (y compris les Sporozoaires), les Péridiniens présentent des parasistes palisporogénétiques, est lié au mode de scission normale à l'axe de locomotion et de fixation, propre à ces Flagellés.

On conçoit, en effet, que si le clivage était longitudinal, les deux éléments résultants seraient dans des conditions trophiques parfaitement égales. Si la palisporogenèse ne s'observe pas chez les Ciliés, c'est que parmi ceux, très rares, qui sporulent, il ne s'en trouve point à polarité trophique.

ENTOMOLOGIE. — *Sur les jeunes colonies du Termite lucifuge.* Note de M. **J. Feytaud**, présentée par M. P. Marchal.

J'ai montré dans une précédente Note [1] que la rareté classique des rois et reines vrais du Termite lucifuge (*Leucotermes lucifugus* Rossi) est plus apparente que réelle. Les résultats de mes observations sur des imagos en captivité [2] sont confirmés par les nouvelles études que je viens de faire en pleine nature.

J'ai découvert, en effet, de nombreuses colonies jeunes, nettement fondées par les essaimants et conservant pour la plupart, au bout de deux années, leur couple fondateur, roi et reine typiques.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 1287.

(2) J. Feytaud, *Fondation de colonies nouvelles par les sexués essaimants du Termite lucifuge* (*C. R. Société de Biologie*, 1910); *Contribution à l'étude du Termite lucifuge* (*Archives d'Anat. microsc.*; t. 13, 1912).

Les meilleures conditions m'ont été offertes par les colonies occupant des souches de coupe récente, dont l'écorce est seule atteinte et dont le bois est encore dur : la population est presque toute étalée en surface dans la région cambiale. Un peu plus tard, après creusement de galeries dans le cœur de la souche, une bonne partie de cette population va devenir inaccessible.

L'observation des jeunes reines de mes élevages en tubes de verre montrait un allongement insignifiant de l'abdomen pendant les 18 premiers mois suivant l'essaimage, l'extension ne portant guère jusqu'alors que sur le diamètre dorso-ventral; leur ponte était d'ailleurs peu abondante au cours de cette même période.

Or il semble qu'en pleine nature le développement des ovaires et l'extension consécutive de l'abdomen soient bien plus rapides que dans le milieu confiné des tubes, puisque des colonies, que j'ai tout lieu de considérer comme fondées depuis 24 mois, [1] présentent des reines à gros abdomen distendu, capables de pondre 100 œufs et plus par jour.

La longueur de ces reines varie, selon les individus et les moments, de 10^{mm} à 14^{mm}, dont 7^{mm} à 11^{mm} pour l'abdomen; la largeur, qui est de 1^{mm} au niveau du thorax, comme au moment de l'essaimage, atteint $2^{mm},5$ au niveau de l'abdomen chez la reine mûre au stade considéré.

La position du couple, par rapport à l'axe de la souche, mérite aussi d'être mentionnée; en mai-juin 1920, je l'ai presque toujours trouvé au Sud-Est, beaucoup plus rarement au Sud-Ouest, exceptionnellement ailleurs; cette orientation privilégiée porte sur un point à la fois réchauffé par le soleil et garanti contre les intempéries (le vent dominant souffle de l'Ouest).

Les reines s'y trouvaient toujours à peu près au niveau de la surface du sol.

C'est sur la même face de la souche, à un niveau plus élevé, que sont les paquets d'œufs en incubation ainsi que les tout jeunes individus; la découverte des uns et des autres est un symptôme important, guide précieux pour la recherche des individus reproducteurs.

Les colonies de deux ans que je considère sont déjà populeuses. Il est vrai que, dans la circonstance, il s'agit de souches sur lesquelles toute la population s'étale en surface et s'étend fort peu en profondeur. Mais il n'en est pas moins vrai que les petits se comptent par centaines, et par centaines aussi les ouvriers et les soldats.

Bien que les soldats soient en minorité sensible, leur pourcentage par

---

(1) *Sur les souches de Pins coupés au printemps de* 1918.

rapport aux ouvriers est ici bien plus élevé que dans les vieilles colonies du type courant, surtout aux abords du couple royal.

Toutes les colonies de ce genre présentèrent au printemps 1920 des imagos ailées, fournissant un essaim vers le 8 mai, ce qui prouve que, contrairement à ce que je supposais naguère, l'essaimage peut avoir lieu dans des colonies très jeunes.

A la même époque les nymphes étaient fort rares. Il est donc probable que l'essaimage des jeunes termitières n'est pas renouvelé tous les ans.

Déjà certaines de mes colonies ont perdu leur reine et pourvu à son remplacement, la proportion était, dans un de mes champs de recherches, de 1 sur 5 environ : sur 46 souches dans lesquelles j'ai découvert les individus reproducteurs, 37 avaient de vraies reines et 9 des femelles néoténiques.

Ce remplacement, dont la fréquence augmentera sans doute beaucoup au cours de la troisième année, doit être regardé comme avantageux pour l'avenir des termitières. Grâce à lui la reproduction, si surprenante déjà sous le règne de la vraie reine, devient encore plus intense et la multiplication plus rapide : c'est par gros paquets et par milliers que j'ai recueilli les œufs en incubation au mois de mai dans certaines colonies de deux ans à sexués de remplacement, et j'ai trouvé dans une même souche jusqu'à 38 femelles de ce genre.

On comprend dès lors comment une colonie nouvelle, fondée par un simple petit couple d'imagos dans un milieu favorable, peut, au bout de quatre ou cinq ans, présenter une population formidable et causer d'énormes ravages.

La facilité et la fréquence avec lesquelles j'ai vu se créer des colonies de cette sorte inspirent une autre remarque : beaucoup de rondins munis de leur écorce, après un long séjour sur le sol de la forêt landaise, ont été transportés dans le nord-est de la France, pour servir soit au boisement des galeries de mines et des tranchées, soit à des constructions diverses ; il ne serait donc pas surprenant que des colonies de Termite lucifuge fussent découvertes dans cette zone ; mais le climat ne leur permettrait sans doute pas de s'y perpétuer.

En résumé, mes recherches de mai-juin 1920 conduisent aux conclusions suivantes :

1° La fondation de colonies nouvelles par les sexués essaimants est un fait courant chez le Termite lucifuge. Sur ce point, mes observations dans

les conditions naturelles confirment et précisent celles de mes élevages en tubes de verre ;

2° Les sexués essaimants peuvent fonder des colonies viables sur des souches de pin de coupe toute fraîche ;

3° Deux ans après la fondation, la plupart de ces colonies possèdent encore leur couple royal, au milieu d'une population qui dépasse un millier d'individus ;

4° Les soldats, largement représentés, y sont relativement beaucoup plus nombreux que dans les colonies anciennes ;

5° L'essaimage a lieu pour la première fois à la fin de la deuxième année. Il est probable qu'il n'est pas renouvelé chaque printemps ;

6° Le remplacement des rois et reines débute avant la fin de la seconde année ; à ce moment, le nombre des femelles néoténiques occupant la place d'une reine peut atteindre une quarantaine. Aussi ce remplacement représente-t-il un gros élément de prospérité pour la colonie.

BACTÉRIOLOGIE. — Coccobacillus insectorum *n. sp.*, *variété* malacosomæ, *bacille pathogène du sang de la chenille* Malacosoma castrensis *L.* Note de MM. **A.-Ch. Hollande** et **P. Vernier**, présentée par M. Henneguy.

Les recherches de d'Hérelle (1911), Picard et Blanc (1913), Chatton (1914), et surtout de Paillot (1913-1920) ont attiré l'attention sur les microbes pathogènes des Insectes ; ce sont pour la plupart des coccobacilles mobiles, très pathogènes, qui se rencontrent dans le sang.

En mai 1920, nous avons isolé du sang de chenilles encore vivantes d'un Bombyx, le *Malacosoma castrensis* L., un coccobacille très pathogène pour cet insecte. Les individus recueillis par nous, aux environs de Nancy, vivaient sur les feuilles du *Poterium sanguisorba* L. ; 50 pour 100 des individus examinés étaient infestés. Après la mort, le corps de la chenille était gonflé et exhalait une forte odeur ammoniacale.

Dans le sang des chenilles le bacille est très mobile, allongé, et mesure de 3 à 5 μ ; souvent deux individus sont accolés bout à bout ; le microbe ne prend pas le Gram. Après coloration aux éosinates de bleu de méthylène (colorant de Hollande), les deux extrémités du corps bactérien sont plus fortement colorées. Pas de formation de spores ; forme de coccobacille sur les milieux de culture.

Le coccobacille isolé pousse aussi bien à 37° qu'à la température du laboratoire. Le microbe forme à la surface du bouillon gélosé un enduit blanchâtre ; les colonies sont

difficiles à isoler; vers le troisième jour, il apparaît une fluorescence verdâtre qui s'étend, dans la suite, à toute la gélose nutritive; de petits cristaux incolores, en lamelles ou en aiguilles, prennent naissance à la face postérieure de la culture.

Le bouillon ordinaire liquide se trouble uniformément; pas de voile, mais production d'une mince collerette le long des parois du tube; la fluorescence se manifeste seulement à la partie supérieure du tube (action de l'oxygène probablement nécessaire). En eau peptonée, culture peu abondante ; pas de noircissement du papier collodionné à l'acétate de plomb [1] en bouillon ou eau peptonée. Le coccobacille fait fermenter (avec souvent apparition de fines bulles de gaz) tous les sucres essayés : glucose, lévulose, lactose, galactose, mannite, maltose, arabinose, sauf inuline. Il réduit le rouge neutre en bouillon ordinaire ou glucosé ; il pousse lentement en bile de bœuf pure, plus rapidement en bile diluée ; il n'y a pas production d'indol en eau peptonée. La gélatine est liquéfiée ; le lait est coagulé ; il protéolyse le sérum gélifié de cheval avec production d'odeur putride ; il pousse très bien sur gélose glucosée de Sabouraud ; il peut être enfin anaérobie facultatif, car, ensemencé sur bouillon sous huile de vaseline, il fournit une culture abondante.

Le coccobacille isolé n'est pas pathogène pour le cobaye en injection massive intrapéritonéale (culture de 24 heures sur milieu Sabouraud).

Les chenilles de *Malacosoma castrensis* L. et de *Vanessa urticæ* sont tuées dans les 24 heures aussi bien PER OS (culture de 24 heures versée sur les feuilles) que par injection du coccobacille dans le sang. Les chenilles d'une espèce voisine, *Malacosoma neustria* L. (Bombyx neustrien) sont tuées en 12 heures après injection du microbe dans le sang ; per os, nous n'avons obtenu qu'une mortalité variant entre 30 et 63 pour cent. Nous pensons néanmoins que ce coccobacille peut être un agent actif (exaltation, au besoin, de la virulence par passage dans le sang) dans la lutte contre les chenilles du Bombyx neustrien, qui ravagent si fréquemment les vergers en dévorant les feuilles des arbres fruitiers.

La plupart des caractères culturaux que nous venons de signaler pour le coccobacille du *Malacosoma castrensis*, se retrouvent chez les coccobacilles pathogènes qui ont été décrits chez les Insectes. Nous ne ferons donc du microbe que nous avons isolé qu'une simple variété d'une espèce type que nous proposons d'appeler *Coccobacillus insectorum*, et dont les principaux caractères seraient, d'après nous, les suivants :

« Bacille plus ou moins mobile, ayant une forme courte, plus allongée dans le sang de l'insecte qu'en culture; à corps se colorant plus fortement aux deux extrémités; réaction de Gram négative; production plus ou moins accentuée d'un pigment vert fluorescent sur bouillon en présence de l'air; liquéfaction de la gélatine et protéolyse du sérum de cheval gélifié ; l'action diastasique sur les sucres et la virulence pour tel ou tel insecte pouvant varier suivant les races étudiées. »

---

[1] Cf. Hollande et Beauverie, *Comptes rendus Société de Biologie*, Paris, décembre 1915.

On pourrait même être tenté d'admettre, comme le suggère Paillot, que les principaux représentants de *Coccobacillus insectorum* ne sont que des mutants d'un bacille commun dans les eaux, le *Bacillus fluorescens liquefaciens* Flügge. Les études sérologiques (fixation du complément, agglutinines, précipitines) que nous poursuivons avec ces microbes, nous apporteront, sans doute, des données importantes à ce sujet.

En admettant pour l'instant la désignation que nous proposons, le coccobacille des chenilles de *Malacosoma castrensis* devrait être désigné : *Coccobacillus insectorum*, var. *malacosomæ*.

A 16 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et quart.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 28 juin 1920.)

Note de MM. *Pierre Thomas* et *André Chabas*, Sur le dosage de la tyrosine, etc. :

Page 1624, lignes 10 et 11, *au lieu de* très soluble, *lire* très peu soluble.

(Séance du 12 juillet 1920.)

Note de M. *Pauthenier*, Étude du rapport des retards absolus dans le sulfure de carbone pour des durées de charge croissantes, etc. :

1° Permuter les figures 1 et 2, interverties par suite d'une erreur de composition.
2° Page 105, ligne 5, *au lieu de* 116^{cm} à la seconde, *lire* 1160^{m} à la seconde.